XVIII ENEC
III ISSE

educação em ciências: cruzar caminhos, unir saberes

Livro de Atas

XVIII ENEC | III ISSE

2019

educação em ciências: cruzar caminhos, unir saberes

Clara Vasconcelos, Rosa Antónia Ferreira, Cristina Calheiros,
Alexandra Cardoso, Belmira Mota & Tiago Ribeiro

Editores

Proceedings Book: XVIII ENEC | III ISSE

Educação em Ciências: cruzar caminhos, unir saberes

U. Porto Edições

Editores

Clara Vasconcelos – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Unidade de Ensino das Ciências, Porto, Portugal

Rosa Antónia Ferreira – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Unidade de Ensino das Ciências, Porto, Portugal

Cristina Calheiros – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Porto, Portugal

Alexandra Cardoso – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Unidade de Ensino das Ciências, Porto, Portugal

Belmira Mota – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Unidade de Ensino das Ciências, Porto, Portugal

Tiago Ribeiro – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Unidade de Ensino das Ciências, Porto, Portugal

DOI 10.24840/978-989-746-201-6

ISBN 978-989-746-201-6

Data 5, 6 e 7 de setembro de 2019

Local Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Página de web https://enec2019.fc.up.pt/

Patrocínios

Índice Geral

Índice Geral **4**

Comissões **8**

Comissão Organizadora **8**

Comissão científica **8**

Comissão científica honorária **10**

Apresentação **11**

Eixos Temáticos **12**

01. Educação em Ciências: ética e valores | Educación en Ciencias: ética y valores | Science Education: ethic and values **13**

Valores geoéticos na exploração de minerais metálicos: o caso da exploração de lítio em portugal **14**

Ciências, acessibilidade e cidadania ambiental –conexões possíveis: análise a partir de uma experiência didática interdisciplinar **25**

A geoethical perspective through case based methodology **31**

02. Educação em Ciências no primeiro e no segundo ciclo do Ensino Básico | Educación en Ciencias en primaria | Science Education in Elementary School **35**

Estratégias didáticas orientadas para o desenvolvimento do pensamento crítico na educação em ciências: visão global **36**

Lá fora é mais divertido! Brincar e aprender na natureza no 1.ºceb **41**

Talleres de biodiversidad: una iniciativa en la formación inicial del profesorado de educación primaria **47**

Introdução da microbiologia no quotidiano de crianças do ensino básico. Ensinar de forma dinâmica e contextualizada **58**

Conhecimentos de alunos e professores sobre mudanças de estado, soluções e características do gelo **68**

03. Educação em Ciências no terceiro ciclo do Ensino Básico | Educación en Ciencias en secundaria obligatoria | Science Education in Middle School **78**

“Conhecer os micróbios”: a experimentação no 3º ciclo do ensino básico **79**

Microorganismos y microbios: modelos mentales de estudiantes de educación secundaria **88**

Uso do tangram como recurso didático em artes numa perspectiva interdisciplinar: considerações a respeito da formação de conceitos geométricos no ensino básico no brasil **98**

Potencialidades educativas de exposições interativas **108**

Ilustrações incluídas em alguns manuais escolares de ciências naturais e a promoção da educação alimentar **116**

04. Educação em Ciências no Ensino Secundário | Educación en Ciencias en Bachillerato | Science Education in Secondary School 126

Questionamento e feedback no ensino das ciências **127**

¿Dependen las actitudes y conocimientos de los estudiantes sobre la biotecnología de la inversión en la industria biotecnológica de cada país? **137**

Elaboração de produções multimédia como forma de comunicar aprendizagens em análise combinatória **149**

Contextualização no ensino de hidrocarbonetos: petróleo no pré-sal através da abordagem em ciência, tecnologia e sociedade **160**

Conhecimentos cotidianos e escolares e ciências da natureza: influências sobre os estudantes do ensino médio integrado em agropecuária **170**

O discurso da sustentabilidade em livros didáticos de biologia do ensino médio **178**

Ensinar e aprender biologia em portugal e no brasil – o papel dos mapas de conceitos **186**

05. Educação em Ciências no Ensino Superior | Educación en Ciencias en la Enseñanza Superior | Science Education in Colleges and Universities 196

A abrp e o questionamento de estudantes do ensino superior **197**

Conhecimentos científicos e arte: contribuições da interdisciplinaridade na formação docente **208**

Ensino de histologia em cursos de ciências médicas **216**

Modelo das múltiplas perspectivas-pernambuco: uma base específica de orientação da ação para o estudo de conceitos biológicos **221**

Dificuldades na aprendizagem de conceitos bioquímicos relacionadas à natureza sistêmico-complexa do conceito **231**

Formação inicial de professores de ciências: (re)construindo conceções e práticas cts **241**

Recursos tic para la innovación educativa en la enseñanza de la física universitaria **253**

Estudio comparativo de las percepciones sobre la salidas de campo en estudiantes de dos especialidades del máster de educación secundaria **260**

La capacidad inicial de argumentación de maestros/as en formación inicial a través de una actividad sobre la energía eólica **268**

Brincar e aprender ciências físicas na formação de professores **276**

06. Desenvolvimento profissional em Educação em Ciências | Desarrollo profesional en Educación en Ciencias | Professional Development in Science Education 285

Evolución de las concepciones de futuros maestros sobre las acciones requeridas para la toma de decisiones en un contexto sociocientífico **286**

Aproximação do clube de ciências ao espaço escolar de formação docente **293**

Didática e prática em diálogo: contributos para o desenvolvimento profissional na formação inicial **301**

Trabalho experimental na concretização de atividades de transversalidade curricular – avaliação de uma ação de formação contínua **310**

O caulino e sua relevância social: um contexto para a formação de professores de ciências **319**

07. Currículo e políticas educativas em Educação em Ciências | Currículum y políticas educativas en Educación en Ciencias | Curriculum and Educational Policies in Science Education 328

Desenvolvimento sócio pedagógico do currículo da cidade para o ensino fundamental na cidade de são paulo, brasil **329**

Utilização dos manuais escolares por professores de matemática do 3.º ciclo do ensino básico em timor-leste **341**

Como produzir a terra sem as ciências da terra? Um estudo de caso **352**

Formação de professores de química: articulando trabalho, sociedade, ciência e educação numa perspectiva sócio-histórica **358**

08. Inovação em Educação em Ciências | Innovación en Educación en Ciencias | Innovation in Science Education 366

Una experiencia de trabajo con laboratorios virtuales en la formación inicial docente **367**

Performance comparability of experimental and control groups with digital formative assessment tool in flipped science education **375**

Materiais didáticos para o ensino de ciências: inovar para motivar **380**

A fotografia científica didática como instrumento de ensino: aproximações além mar **387**

Aprendizagem em ciências como produção subjetiva de cultura científica escolar **391**

A robótica educacional e suas possibilidades para a educação científica **398**

Abordagem ctsa no ensino de ciências discutidas em trabalhos científicos **406**

Ver, sentir, ouvir e tocar: brincar com os cinco sentidos no pré-escolar **412**

Levantamento sobre a utilização das tecnologias digitais pelos alunos do ensino básico para mobilização em ciências naturais **430**

Brincar com van gogh e leonardo da vinci: articular a arte com as ciências no pré-escolar **438**

Explorar e aprender: fenómenos de luz e cor **446**

Flipped classroom teaching methodology to enhance science self-efficacy of pre-service teachers **452**

Earth systems workshop: the impact on portuguese geoscience educators practice and views **457**

09. Divulgação em Ciências | Divulgación en Ciencias | Science Communication and Outreach 462

Public engagement in geoparks creation: the case of figueira da foz **463**

Centro de recursos de atividades laboratoriais móveis **469**

Aproximar a ciência e a sociedade: o potencial da educação em ciências na ciência cidadã **478**

Literacia em geociências, a ética e o custo do conforto no desenvolvimento sustentável: as baterias de iões de lítio **484**

Uma exposição de matemática através do olhar das ciências da natureza **495**

Laboratorial internships for high school students in higher education institutions: a first approach to scientific research **504**

Percurso geológico do centro histórico do porto como ferramenta de ensino em ciências **509**

Exposição “olhares sobre o manguezal”: o uso da fotografia na educação ambiental e divulgação em ciências **517**

A promoção da alfabetização científica a partir de circuitos educativos: um olhar sobre a complementaridade da educação formal e não formal **527**

Explorando o funcionamento e a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas: três exemplos de atividades experimentais **538**

A importância de conhecer o funcionamento e os serviços ambientais prestados pelos ecossistemas aquáticos dulçaquicolas **544**

Divulgar ciência envolvendo o público: promoção da cultura científica dos cidadãos num percurso geológico pela serra do gerês **553**

Ciclo de conferencias de invescerca: acercando la investigación científica a la sociedad. Una experiencia de alfabetización científica **562**

10. História das Ciências no Ensino das Ciências | Historia de las Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias | History of Science in Science Teaching 567

Los descubrimientos astronómicos de galileo y sus consecuencias revolucionarias **568**

O professor manuel josé barjona e o ensino das ciências naturais no museu mineralógico da universidade de coimbra **576**

Comissões

Comissão Organizadora

Clara Vasconcelos	Universidade do Porto, Faculdade de Ciências
Rosa Ferreira	Universidade do Porto, Faculdade de Ciências
Cristina Calheiros	Universidade do Porto, CIIMAR
Alexandra Cardoso	Universidade do Porto, Faculdade de Ciências
Belmira Mota	Universidade do Porto, Faculdade de Ciências
Tiago Ribeiro	Universidade do Porto, Faculdade de Ciências

Comissão Científica

Clara Vasconcelos	Universidade do Porto, Portugal
Alcina Mendes	Agrupamento de Escolas de Ílhavo, Portugal
Ana Peixoto	Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal
Ana Rodrigues	Universidade de Aveiro, Portugal
Angel Blanco	Universidade de Málaga, Espanha
Bento Cavadas	Instituto Politécnico de Santarém, Portugal
Bernardino Lopes	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Cecília Galvão	Universidade de Lisboa, Portugal
Conceição Figueira	Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal
Cristina Calheiros	Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Portugal
Delmina Pires	Instituto Politécnico de Bragança, Portugal
Dorinda Rebelo	Agrupamento de Escolas de Estarreja, Portugal
Elisa Maia	Universidade de Lisboa, Portugal
Fátima Paixão	Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
Fátima Regina Jorge	Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
Filomena Teixeira	Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

Isabel Abrantes	Universidade de Coimbra, Portugal
Isilda Rodrigues	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Joana Torres	Colégio de Gaia, Portugal
José Alexandre Pinto	Instituto Politécnico do Porto, Portugal
Laurinda Leite	Universidade do Minho, Portugal
Leonor Saraiva	Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal
Luís Dourado	Universidade do Minho, Portugal
Luísa Martins	Escola Secundária Alves Martins, Viseu, Portugal
Manuella Amado	Instituto Federal do Espirito Santo, Brasil
Maria Helena Silva	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Nir Orion	Weizmann Institute of Science, Israel
Paulo Silveira	Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
Pedro Alfaro	Universidade de Alicante, Espanha
Pedro Reis	Universidade de Lisboa, Portugal
Roberto Greco	Universidade Estadual de Campinas, Brasil
Rosa Ferreira	Universidade do Porto, Portugal
Rosa Doran	Núcleo Interativo da Astronomia, Lisboa
Rosane Meirelles	Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Rosely Imbernon	Universidade de São Paulo, Brasil
Rui Vieira	Universidade de Aveiro, Portugal
Sara Moutinho	Instituto de Ciências da Terra - Polo do Porto
Sidnei Quezada	Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil
Susanna Occhipinti	International Earth Science Olympiad, Itália

Comissão Científica Honorária

António Cachapuz	Universidade de Aveiro, Portugal
Helena Caldeira	Universidade de Coimbra, Portugal
Isabel Martins	Universidade de Aveiro, Portugal
João Praia	Universidade do Porto, Portugal
Luís Marques	Universidade de Aveiro, Portugal
Manuel Cuiça Sequeira	Universidade do Minho, Portugal
Maria Odete Valente	Universidade de Lisboa, Portugal
Vítor Trindade	Universidade de Évora, Portugal

Apresentação

Nos dias 5, 6 e 7 de setembro de 2019 realizou-se, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (FCUP) o XVIII Encontro Nacional de Educação em Ciências (XVIII ENEC) | III International Seminar of Science Education (III ISSE). O ENEC mantém a imagem de marca ao ser organizado bianualmente e alternadamente numa Universidade e num Instituto Politécnico, contando, presentemente, com o apoio da Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEduC).

Vivemos num século em que a Educação para o Desenvolvimento Sustentável, bem ilustrada na Agenda 2030, aborda dimensões sociais, económicas e ambientais que pretendem transformar o nosso mundo. A Educação em Ciências é, sem dúvida, um excelente meio para mobilizar esforços para acabar com todas as formas de pobreza, lutar contra as desigualdades e combater as alterações climáticas, dotando todos os cidadãos com capacidades de resolução de problemas, promovendo o seu pensamento crítico e potenciando a sua capacitação na proteção dos sistemas terrestres e da vida na Terra.

Nesta edição, cruzou-se o conhecimento em Educação em Ciências com áreas como o Jornalismo e as Neurociências, numa abordagem interdisciplinar, e promoveu-se uma troca de saberes entre os profissionais de diferentes áreas com o objetivo de mútuo enriquecimento.

A Comissão Organizadora do XVIII ENEC | III ISSE

Eixos Temáticos

1. Educação em Ciências: ética e valores
2. Educação em Ciências no primeiro e no segundo ciclo do Ensino Básico
3. Educação em Ciências no terceiro ciclo do Ensino Básico
4. Educação em Ciências no Ensino Secundário
5. Educação em Ciências no Ensino Superior
6. Desenvolvimento profissional em Educação em Ciências
7. Currículo e políticas educativas em Educação em Ciências
8. Inovação em Educação em Ciências
9. Divulgação em Ciências
10. Neurodidática
11. História das Ciências no Ensino das CiênciasEducação em Ciências: ética e valores

01. Educação em Ciências: ética e valores | Educación en Ciencias: ética y valores | Science Education: ethic and values

VALORES GEOÉTICOS NA EXPLORAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS: O CASO DA EXPLORAÇÃO DE LÍTIO EM PORTUGAL

Sara Moutinho, Tiago Ribeiro, Alexandre Lima & Clara Vasconcelos

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (PORTUGAL)
Instituto de Ciências da Terra, Polo do Porto (PORTUGAL)
sara.moutinho@fc.up.pt

Resumo

Atualmente, reconhece-se um elevado potencial do lítio, principalmente aplicado às tecnologias verdes (sem carbono), apresentando uma grande importância económica e ambiental. Em Portugal, existem várias regiões com potencial para a exploração de lítio localizadas, essencialmente, no Norte e Centro do país, sendo as mais significativas: Covas do Barroso, Gonçalo e Sepeda.

A exploração de lítio em Portugal tem gerado grandes controvérsias, por isso, a Geoética assume um papel de destaque, ao refletir sobre os valores que devem sustentar esta prática científica, sempre que esta intercetar a geosfera. Segundo Peppoloni e Di Capua (2016), os valores geoéticos de referência são: éticos, culturais e sociais. Os valores éticos referem-se à esfera individual e social dos geocientistas, incluindo valores como honestidade, responsabilidade, respeito, transparência, etc. Os valores culturais relacionam-se com o modo de pensar o planeta e o ambiente, através da preservação da geodiversidade e do geopatrimónio. Os valores sociais referem-se à educação da sociedade, no sentido de a preparar para enfrentar desafios futuros.

Com o objetivo de perceber as perceções dos cidadãos portugueses sobre a exploração de minerais metálicos em Portugal e as suas opiniões sobre as questões geoéticas associadas, elaborou-se um questionário que foi divulgado através das redes sociais e do e-mail da instituição de ensino superior frequentada pelos autores deste estudo. Responderam ao questionário 132 participantes, entre os 18 e os 74 anos (média de 33,6 anos), dos quais 56 (42,4%) do sexo feminino e 76 (57,6%) do sexo masculino, a maioria residente na região Norte do país.

A análise das respostas permitiu perceber que, relativamente ao conceito de mineral e à identificação de minerais metálicos, embora o número de respostas totalmente corretas não seja muito elevado, 57,6% dos participantes reconhecem alguns minerais de lítio, sendo os mais frequentes a petalite e a lepidolite. A maioria dos participantes (n=118; 89,39%) reconhece as potencialidades do lítio na produção de baterias de aparelhos eletrónicos e de carros elétricos. Também há vários participantes (n=49; 37,12%) que reconhecem as localidades de Covas do Barroso e Sepeda como dois dos principais locais de exploração de lítio em Portugal.

A maioria dos participantes reconhece o conceito de Geoética, bem como alguns dos seus valores. Consideram que deve ser feita uma reflexão geoética em situações de exploração de lítio e outros recursos, localização de depósitos seguros de resíduos nucleares, construção de infraestruturas sustentáveis, construção de geoparques e organização de passeios/caminhadas em zonas de interesse geológico e paisagístico. Também consideram importante a adoção de comportamentos baseados nos valores geoéticos aquando da realização da exploração mineira, como: profissionalismo e transparência das empresas (n=97; 73,5%); consciencialização da relação íntima dos seres humanos com a geosfera, preocupando-se com a aplicação de técnicas que não comprometam o equilíbrio deste sistema (n=101; 76,5%); minimizar a produção de resíduos nocivos, reduzindo práticas que possam comprometer a qualidade de vida das gerações futuras (n=96; 72,7%). Assim, a dimensão geoética e os seus valores ganham ênfase e devem ser alvo de reflexão, permitindo esclarecer os cidadãos sobre as preocupações geoéticas inerentes à exploração de lítio, e de outros minerais metálicos, em Portugal.

Palavras-chave: exploração mineira; geoética; lítio; minerais metálicos; valores geoéticos.

INTRODUÇÃO

Qualquer pessoa, ao longo do seu percurso académico na área das Ciências da Terra, ter-se-á deparado, certamente, e em alguns casos, mais do que uma vez, com o conceito de mineral. Dependendo da faixa etária, ou do grau de conhecimento sobre o assunto, esta definição poderá variar

ligeiramente, embora existam um conjunto de características que nos permite definir, objetivamente, um determinado mineral.

Quando um determinado mineral ocorre na crosta terrestre com uma concentração superior à média, permitindo que a sua exploração seja economicamente viável, então pode considerar-se que estamos na presença de um recurso mineral.

A utilização dos recursos minerais pelo ser humano é quase tão antiga como a sua própria existência. Os recursos minerais estiveram tão intimamente relacionados com a evolução do ser humano que os grandes períodos da História da Humanidade devem as suas designações a este tipo de recursos: Paleolítico, Mesolítico, Neolítico, Idade do Cobre, Idade do Bronze, Idade do Ferro. Em Portugal, por exemplo, certamente terá começado no sul do País, há mais de 5000 anos. As grandes inovações tecnológicas da História da Humanidade foram e continuam a ser baseadas na utilização dos recursos minerais (Lima, 2019; Oliveira *et al*., 2007).

Atualmente, há um crescente interesse na exploração de um elemento metálico particular – o lítio –, dado o seu potencial económico ao nível das tecnologias verdes (sem carbono), nas quais se inclui a indústria de produção de veículos elétricos, por exemplo.

Exploração de lítio

Características do lítio e suas utilizações

O lítio é o terceiro elemento da tabela periódica. A sua massa atómica é 6,941 e a sua estrutura possui três protões e três eletrões. O lítio pertence à família dos metais alcalinos (grupo I da tabela periódica) (Gray, 2012), mas difere do sódio, do potássio, do rubídio e do césio pelo facto de o seu raio iónico ser muito menor que o dos restantes elementos do mesmo grupo, e por apresentar um elevado potencial eletroquímico (Christmann *et al.*, 2015). Em ambientes geológicos de temperatura média a alta liga-se, preferencialmente, a silicatos e não a sulfetos ou metais (Christmann *et al.*, 2015), sendo frequente em minerais silicatados como a espodumena (silicato de lítio e alumínio), a montebrasite-ambligonite (fosfato de lítio e alumínio), a lepidolite (filossilicato) e a petalite (tectossilicato) (fig. 1).

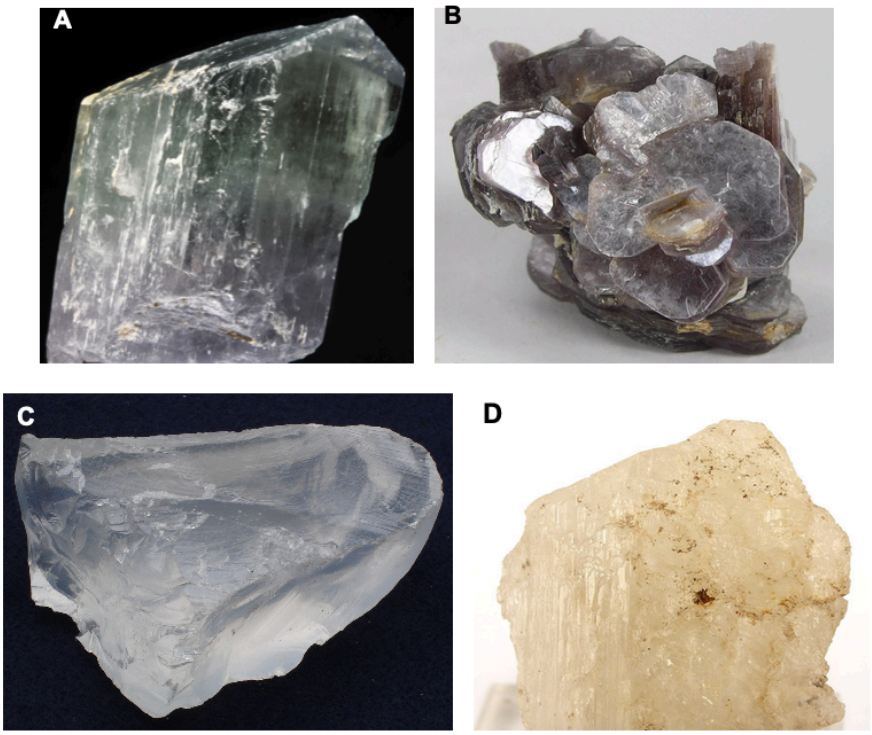


Figura 1. Minerais de espodumena (A), lepidolite (B), petalite (C) e montebrasite (D).

Exploração de lítio em Portugal

Nos últimos anos, o interesse pela exploração de lítio tem aumentado, um pouco por toda a parte, mas têm sido desenvolvidos vários estudos de prospeção, no sentido de determinar o potencial de Portugal para a exploração deste elemento.

Nos seus trabalhos, Carvalho e Farinha (2004) apresentaram os principais locais em Portugal, onde são encontrados minerais ricos em lítio: Serra de Arga; Covas do Barroso; Barca d'Alva; Guarda; Mangualde; Segura.

Uma das zonas mais conhecidas é Covas do Barroso (distrito de Vila Real), na região de Barroso – Alvão, no Norte de Portugal. Esta região caracteriza-se pela presença de um grande número de filões pegmatíticos e aplito-pegmatíticos de composição granítica. Os filões aplito-pegmatíticos encontram-se em rochas metassedimentares fortemente deformadas (Carvalho & Farinha, 2004).

Nesta região do Barroso, na aldeia de Alijó, está atualmente a decorrer uma exploração de pegmatitos com lítio (fig. 2) para a indústria cerâmica, pelo Grupo Lagoa.

Figura 2. Exploração de pegmatitos com lítio na aldeia de Alijó (região do Barroso), pelo Grupo Lagoa (Fotografias cedidas pelo Professor Alexandre Lima).

O caso de Portugal tem sido discutido, por comparação com um quadro alargado a outros países do mundo, dado o crescente consumo de lítio, que tem registado um aumento significativo nos últimos anos. A produção de lítio tem sido largamente feita em países como o Chile, a Austrália e a Argentina (Viegas, Martins & Oliveira, 2012). Atualmente, apesar das principais fontes de lítio serem salmouras litiníferas, a espodumena é um minério de lítio, nomeadamente, na China, Austrália e Brasil e, provavelmente, voltará a ser nos Estados Unidos da América, Canadá e Rússia (Lima, 2019).

Atendendo a que as reservas de Espodumena em Portugal são consideradas equivalentes, por exemplo, às da Finlândia, onde está a ser iniciada a primeira mina de lítio finlandesa (Lima, 2019), há especialistas que consideram que se deve também estudar e fomentar a utilização das reservas de Portugal na obtenção de lítio para as baterias.

Contudo, este é um assunto muito discutido e noticiado pela comunicação social, que transmite a ideia de grande controvérsia e discórdia por parte das populações, principalmente, as naturais dos principais locais de exploração.

Assim, justifica-se uma reflexão profunda, não só do ponto de vista científico, mas que conte também com o contributo da sociedade.

Geoética

Noções de Geoética

A Associação Internacional para a Promoção da Geoética (International Association for Promoting Geoethics – IAPG) definiu a geoética como a pesquisa e reflexão sobre os valores sobre os quais se devem basear os comportamentos e as práticas, sempre que as atividades humanas intersetam a geosfera (IAPG, 2019, http://www.geoethics.org).

A Geoética pode ser considerada uma disciplina amplamente articulada com vários domínios do conhecimento, lidando, por exemplo: com a conservação, a prospeção de recursos geológicos e a sua

exploração; a proteção dos ecossistemas, a investigação e a educação em Geociências, a gestão de riscos e a mitigação de riscos geológicos e a promoção da geodiversidade (Lucchesi & Giardino, 2012).

Atendendo a que o seu trabalho está, na maior parte das vezes, diretamente relacionado com a sociedade, os geocientistas, nomeadamente os geólogos, devem refletir sobre a comunicação das suas descobertas e incertezas (Vasconcelos *et al.*, 2016), procurando fazê-lo de forma *transparente, objetiva e simples* (Pievani, 2012), por forma a que todos os cidadãos as entendam. Neste sentido, a Geoética ganha também o estatuto de *Ética da comunicação*, por se preocupar com a relação/interação entre a Ciência e o público (Pievani, 2012).

Frequentemente, as atividades profissionais dos geólogos, e de outros geocientistas, estão relacionadas com o território, funcionando como um sistema dinâmico e, por isso, devem ser refletidas e pensadas a longo prazo, no enquadramento da legislação em vigor.

Ao realizar-se uma análise de custo-benefício de qualquer projeto que envolva o ambiente, é de extrema importância uma reflexão geoética, para avaliar e confirmar que os benefícios são significativamente maiores do que os custos, não só a curto prazo, mas também a médio-longo prazo. Desta forma, todos os geocientistas, incluindo os geólogos, devem orientar as suas ações no sentido da conservação da geosfera, por forma a garantir a sua sustentabilidade e a disponibilidade para as gerações futuras (Matteucci *et al*., 2012).

Para que os cidadãos possam participar ativamente na gestão do território, contribuindo construtivamente na tomada de decisão, é fundamental que sejam bem informados e consciencializados das questões técnicas e científicas relacionadas com o assunto em discussão. Ora, os geocientistas têm um papel fulcral a este nível, enquanto especialistas nos conteúdos científicos que devem ser transmitidos e explicados aos cidadãos, numa linguagem que eles sejam capazes de compreender. Os geólogos, e os geocientistas no geral, estão cada vez mais empenhados em levar as suas próprias competências e o seu *know-how* sobre os problemas que envolvem o ambiente para a sociedade. É cada vez mais frequente a participação de especialistas em grupos de discussão (debates, por exemplo), e a sua disponibilização para esclarecimento de dúvidas e aconselhamento dos cidadãos em relação aos conteúdos de teor científico.

Valores geoéticos

Atendendo a que a Geoética é um ramo do conhecimento que se baseia na reflexão sobre as atividades do ser humano em relação ao ambiente, para adotar comportamentos e práticas adequados neste domínio deve-se definir um conjunto de valores de referência, nos quais se devem basear as decisões dos intervenientes. Estes valores devem orientar a escolha ou a decisão a tomar relativamente a uma situação específica (Peppoloni & Di Capua, 2017; Vasconcelos *et al.*, 2016).

No âmbito da Geoética defende-se a existência de três valores principais: os valores éticos, os valores culturais e os valores sociais.

Os **valores éticos** relacionam-se, mais diretamente, com as pessoas que trabalham em Geociências, e dizem respeito aos valores basilares que qualquer especialista deve demonstrar: a honestidade, a integridade, a responsabilidade, a cooperação, o respeito, a inclusão, o profissionalismo, a transparência, a justiça e a cortesia (Bobrowsky *et al.*, 2018; Peppoloni & Di Capua, 2016, 2017). Estes valores são fundamentais na relação do geocientista com ele próprio, em primeiro lugar, mas também para que ele desenvolva uma boa relação com os seus pares e entre estes e a sociedade em geral (Peppoloni & Di Capua, 2016).

Como forma de consciencializar os especialistas em Geociências dos valores e atitudes que devem reger o seu trabalho, têm sido publicados vários códigos e declarações geoéticas (Matteucci *et al*., 2012), sendo uma das mais recentes a "*Geoethical Promise*", integrada na "*The Cape Town Statement on Geoethics*" e aprovada pelo Conselho Executivo da IAPG em 26 de outubro de 2016.

A promessa (ou juramento) geoético é dirigido aos geocientistas em início de carreira, e é inspirado no juramento de Hipócrates, aplicado em medicina. Através de uma declaração solene e individual de obrigações éticas próprias, as novas gerações de geocientistas poderão adquirir maior consciência das suas responsabilidades profissionais e sociais.

Os **valores culturais** dizem respeito à importância dos dados geológicos na influência das correntes atuais e futuras de pensamento sobre o espaço e o tempo, especialmente nas culturas ocidentais. As ciências levaram a sociedade a apreciar a paisagem educacional, a geodiversidade e o património

geológico como valores culturais importantes (Brocx & Semeniuk, 2007), fortalecendo assim as relações entre comunidades. As Geociências são também capazes de transformar todos os valores referidos em valores socioeconómicos, de tal forma que as paisagens geológicas, a geodiversidade e o património geológico passam a ser também capitais sociais, constituindo um conjunto de bens e de recursos culturais, científicos e económicos pertencentes a toda a sociedade (Peppoloni & Di Capua, 2016).

Assim, cuidar e potenciar as paisagens geológicas, a geodiversidade e o património geológico pode tornar-se uma forma de assegurar um desenvolvimento socioeconómico saudável, preservando a Natureza de forma sustentável e melhorando a qualidade de vida dos cidadãos (Dowling, 2010). A apreciação de todo o património geológico pela sociedade, devido ao seu valor cultural, fortalece a relação ser humano-geosfera.

Os **valores sociais** da Geoética prendem-se com o desenvolvimento de uma sociedade com literacia científica no que diz respeito, essencialmente, às Geociências, uma vez que estas auxiliam a sociedade no confronto com grandes desafios, como as mudanças climáticas, a procura de matérias-primas e novas fontes de energia e a sua melhor gestão, a abordagem sustentável do meio ambiente, a defesa contra os riscos geológicos e o desenvolvimento de uma sociedade do conhecimento. A sustentabilidade, a prevenção e a educação, mais propriamente a geoeducação, são valores sociais nos quais se deve basear uma nova visão da sociedade para os próximos anos (Peppoloni & Di Capua, 2017). A sustentabilidade implica um uso prudente e prolongado de recursos naturais e baixo consumo de energia, a curto e longo prazo: a curto prazo, através do desenvolvimento de estratégias e tecnologias para o aumento da utilização das energias renováveis; a longo prazo, através da construção um novo modelo de desenvolvimento económico para a sociedade, permitindo que as gerações futuras descubram e explorem outras formas de produzir energia e de utilizar os recursos naturais (Bobrowsky *et al.*, 2018; Peppoloni & Di Capua, 2017; Vasconcelos *et al.*, 2016). A prevenção relaciona-se com o desenvolvimento de um pensamento ético para a proteção das populações contra danos relacionados com os riscos geológicos, melhorando assim, a resiliência da comunidade e a sua capacidade de enfrentar e de recuperar de um desastre. Finalmente, a geoeducação diz respeito ao desenvolvimento de estratégias e recursos que possibilitam uma consciencialização de valores e responsabilidade mais abrangente e concretizada. Esta geoeducação deve ser levada a cabo nas escolas, mas também em locais de ensino não formal, como centros de ciência viva e em geoparques, por exemplo (Peppoloni & Di Capua, 2017).

É da interseção dos valores éticos, culturais e sociais, que deve partir a reflexão dos geocientistas no decorrer da sua atividade profissional, no domínio das Geociências. A existência de um quadro de valores geoéticos claro, objetivo e esclarecedor poderá auxiliar os geocientistas no processo de tomada de melhores decisões e, na procura de soluções para os problemas, garantindo uma maior imparcialidade e objetividade nas suas atitudes e opiniões.

Por estas razões, a Geoética não deve ser ignorada pela comunidade científica, sendo importante que, em algum momento da formação dos futuros geocientistas, a promoção de uma reflexão geoética fosse incutida, como parte integrante da sua formação científica e cultural (Peppoloni & Di Capua, 2015).

METODOLOGIA

A investigação realizada é caracterizada, quanto ao método, como uma investigação quantitativa. O método quantitativo preocupa-se com a medição rigorosa e controlada de variáveis em estudo. O objetivo deste estudo era fazer o levantamento das perceções dos cidadãos portugueses sobre a utilização de minerais metálicos em Portugal e a importância de uma reflexão geoética associada a estas atividades.

A análise dos dados baseou-se, essencialmente, num tratamento estatístico descritivo, tendo-se calculado, com recurso ao software estatístico SPSS (versão 24), as frequências das respostas em cada questão, com os respetivos valores de percentagens, mas também valores médios, por exemplo, das idades dos participantes.

Para a recolha de dados elaborou-se um questionário com o título “Questionário sobre a utilização de minerais metálicos em Portugal”, composto por 9 questões de resposta direta, mais propriamente questões de escolha múltipla e algumas em formato de escalas de Likert.

Antes da sua implementação, o questionário foi validado por 3 especialistas, cujas áreas de intervenção são as Geociências, mais propriamente, a prospeção e exploração mineira e a Geoética.

A amostra deste estudo é constituída por 132 participantes voluntários que responderam ao questionário através das redes sociais ou do webmail da FCUP. A tabela 1 resume alguns dados sociodemográficos dos participantes.

Tabela 1. Caracterização da amostra do estudo (n=132)

	Dimensões analisadas	Frequência (f)	Percentagem (%)
Sexo	Feminino	56 (mín=20; máx=60)	42,4
	Masculino	76 (mín= 18; máx=74)	57,6
Habilitações académicas	Ensino básico (1.º e 2.º ciclos)	4	3,1
	Ensino secundário	19	14,4
	Ensino superior (licenciatura, mestrado e doutoramento)	107	81,1
	Outro (não especificado)	2	1,5
Região onde reside	Norte	87	65,9
	Centro	23	17,4
	Lisboa	12	9,1
	Alentejo	4	3,0
	Algarve	4	3,0
	Região autónoma da Madeira	2	1,5
Situação profissional	Estudante	46	34,8
	Empregado	85	64,4
	Desempregado	1	0,8

Relativamente ao distrito de residência, os participantes foram agrupados por regiões, de acordo com a NUT II da Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos (INE, 2015) em: região Norte, onde se inclui os distritos de Porto, Braga e Bragança (n=87; 65,9%); região Centro, que inclui os distritos de Aveiro, Castelo Branco, Coimbra, Santarém e Viseu (n=23; 17,4%); área Metropolitana de Lisboa, que inclui os distritos de Lisboa e Setúbal (n=12; 9,1%); Alentejo, incluindo os distritos de Santarém, Évora e Beja (n=4; 3,0%); algarve, onde se inclui o distrito de Faro (n=4; 3,0%); e região Autónoma da Madeira, onde se inclui o Funchal (n=2; 1,5%).

RESULTADOS

Dada a diversidade de resultados obtidos com o questionário, decidiu-se organizar a sua análise em duas partes: (I) Análise das perceções dos cidadãos portugueses sobre a exploração de minerais metálicos em Portugal; (II) Análise das opiniões dos cidadãos portugueses relativamente à importância da Geoética aplicada à exploração mineira em Portugal.

Perceções dos cidadãos portugueses sobre a exploração de minerais metálicos em Portugal

Nesta primeira secção incluem-se os resultados das questões 1 (Q1) a 5 (Q5), todas elas incidindo sobre aspetos de natureza científica, relacionadas com o conceito de mineral (Q1), identificação de minerais metálicos (Q2) e minerais metálicos que possuem lítio na sua constituição (Q3), aplicações do lítio na sociedade (Q4) e locais de exploração de lítio em Portugal (Q5). Os resultados são apresentados na fig.3.

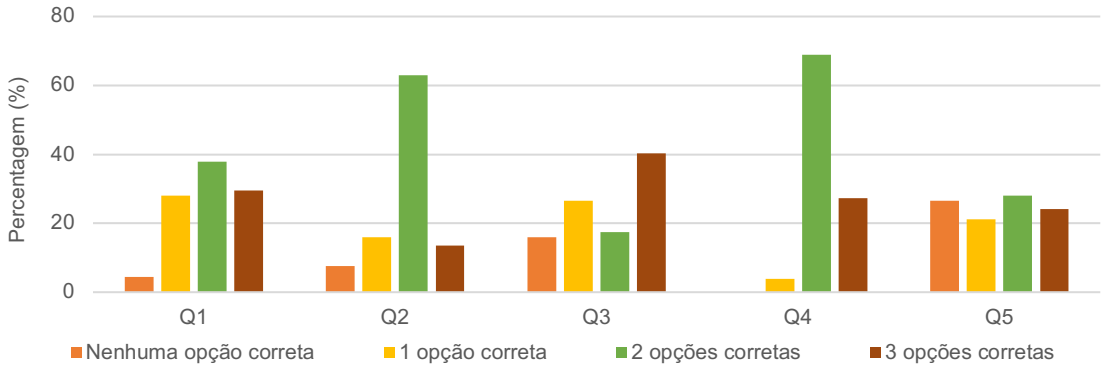


Figura 3. Análise das respostas em Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5 (n=132)

Relativamente a Q1, verifica-se que a maior parte dos participantes selecionou duas opções corretas (n=50; 37,9%) e 39 participantes (29,5%) selecionaram as três opções corretas.

Em Q2, era pedido aos participantes para selecionarem 3 minerais metálicos, verificando-se, mais uma vez que, a maioria selecionou duas opções corretas (n=83; 62,9%). Neste caso, apenas 18 participantes (13,6%) selecionaram os três minerais metálicos que constavam da listagem fornecida (espodumena, volframite e magnetite).

Na Q3 a maior parte dos participantes selecionou três opções corretas (n=53; 40,2%), ou seja, três minerais que possuem lítio na sua constituição, sendo os mais referidos: a lepidolite (n=95; 71,97%), a petalite (n=79; 59,8%) e a espodumena (n=67; 50,76%) que, correspondem também, às três opções corretas.

Na Q4, sobre as utilizações do lítio na sociedade, a maior parte dos participantes selecionou duas opções corretas (n=91; 68,9%) e 36 participantes selecionaram as três opções corretas (27,3%). Neste caso, as opções mais frequentes são: a produção de baterias de aparelhos eletrónicos (n=128; 96,97%) e a produção de baterias de carros elétricos (n=122; 92,4%). Apenas 43 participantes (32,6%) referem a cerâmica como uma utilização do lítio.

Finalmente, na Q5 verifica-se uma maior distribuição das categorias de resposta, havendo um maior número de participantes que não selecionou nenhuma opção correta (n=35; 26,5%). Ainda assim, 37 participantes (28%) selecionaram duas respostas certas e 32 (24,2%) selecionaram três opções corretas. Os locais de exploração de lítio (em Portugal) referidos com mais frequência são Covas do Barroso (Vila Real) (n=79; 59,8%), Sepeda (Montalegre) (n= 67; 50,8%) e Gonçalo (Guarda) (n=59; 44,7%) que, correspondem, mais uma vez, às três opções corretas de resposta.

Opinião dos cidadãos portugueses relativamente à importância da Geoética aplicada à exploração mineira em Portugal

Na questão 6 (Q6), sobre a definição de geoética, a maioria dos participantes (n=74; 56,1%) selecionou a opção A como sendo a opção que mais se aproxima da definição de Geoética que conhecem.

Na Q7, os participantes tinham de identificar, para cada afirmação apresentada, qual o valor geoético inerente: valor ético, valor cultural ou valor social. A fig. 4, apresenta a percentagem de participantes que selecionou cada um dos três valores, em cada uma das afirmações (de 7.1 a 7.10).

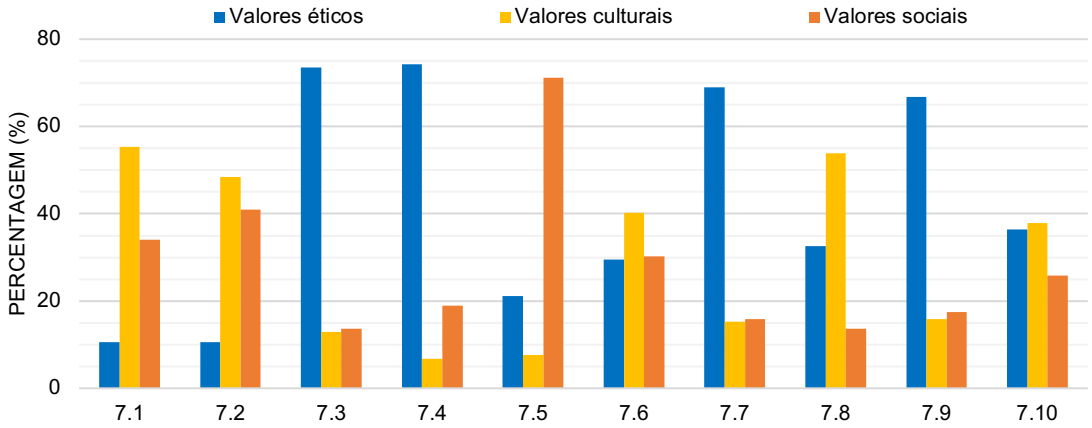


Figura 4. Percentagem de respostas em cada uma das afirmações (de 7.1. a 7.10) da Q7 (n=132)

É importante referir que, em quase todas as afirmações a maioria dos participantes identificou corretamente o valor geoético, correspondendo a barra de maior percentagem, ao valor geoético refletido nessa afirmação.

Contudo, nas afirmações 7.2 e 7.6 a maior parte dos participantes selecionou opções que não correspondem aos valores geoéticos refletidos nas afirmações. A afirmação 7.2 – *Preocupam-se com o desenvolvimento de literacia científica dos cidadãos, relativamente às geociências no geral*, diz respeito aos valores sociais da Geoética, uma vez que a literacia científica se relaciona com a educação/conhecimento dos cidadãos. A maioria dos participantes considerou tratar-se de valores culturais (n=64; 48,5%).

Na afirmação 7.6 – *Preocupam-se com a geoeducação, para uma maior consciencialização e responsabilização da relação íntima dos seres humanos com a geosfera*, estão, mais uma vez, refletidos os valores sociais. Também neste caso, a maioria dos participantes considerou tratar-se de valores culturais (n=53; 40,2%).

Com a questão Q8 pretendia-se analisar as opiniões dos cidadãos relativamente à importância da reflexão geoética aplicada em situações diversas, como: a prospeção e exploração de recursos; a construção de geoparques e de infraestruturas habitacionais e comerciais sustentáveis; a organização de atividades abertas ao público em zonas de interesse geológico e paisagístico; a realização de estudos de impacte ambiental ou para localização de zonas seguras para depósito de resíduos radioativos de centrais nucleares. Os resultados são apresentados na fig.5.

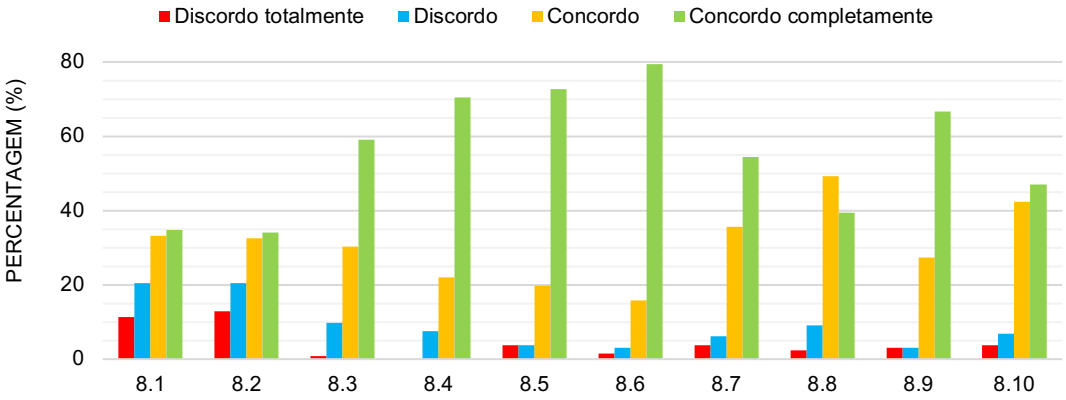


Figura 5. Percentagem de respostas em cada uma das afirmações (de 8.1. a 8.10) da Q8 (n=132)

Analisando a fig. 5 pode observar-se que, na maioria das situações (8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.9) parece claro o grau de concordância completa, visível pelos valores das barras verdes. Estas situações dizem respeito a: 8.3 – *Organização de caminhadas/ passeios geológicos acompanhados por guias especializados em zonas de interesse geológico e paisagístico* (n=78; 59,1%); 8.4 – *Construção de infraestruturas habitacionais e comerciais sustentáveis, autossuficientes e amigas do ambiente*

(n=93;70,5%); 8.5 – *Estudos para localização de zonas seguras para depósito de resíduos radioativos de centrais nucleares* (n=96; 72,7%); 8.6 – *Estudos de impacte ambiental para criação de pedreiras e minas* (n=105; 79,5%); 8.7 – *Construção de geoparques em zonas de interesse geológico, ambiental e cultural* (n=72; 54,5%); e 8.9 – *Ações de sensibilização da sociedade para a importância da reciclagem e separação de resíduos* (n=88; 66,7%).

Finalmente, na Q9 pretendia-se analisar as opiniões dos participantes sobre a importância da adoção de comportamentos/atitudes baseados em valores geoéticos, aquando da exploração mineira, nomeadamente, a exploração de lítio em Portugal (fig. 6). Verifica-se que em quase todas as situações (exceto em 9.6) mais de metade dos participantes considera "extremamente importante" a adoção de comportamentos/atitudes, baseados em valores geoéticos.

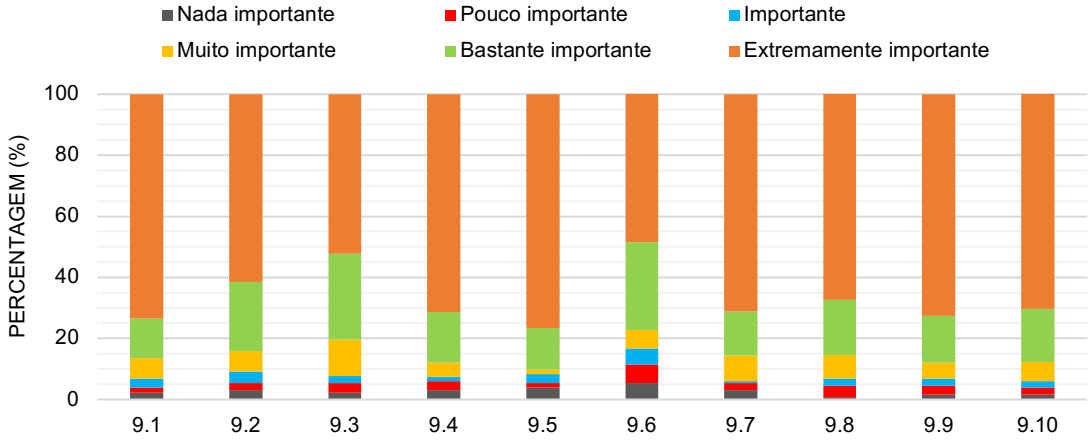


Figura 6. Percentagem de respostas em cada uma das afirmações (de 9.1. a 9.10) da Q9 (n=132)

Tais valores incluem: o profissionalismo e a transparência das empresas na divulgação e explicação do tipo de intervenção a realizar junto da sociedade (n=97; 73,5%); o respeito, a consideração e a atenção das empresas às opiniões da população residente (n=81; 61,4%); a compreensão, o respeito e a confiança dos cidadãos pelo trabalho desenvolvido pelas empresas (n=69; 52,3%); a clareza na comunicação entre as empresas e os cidadãos/autarquias e vice-versa (n=94; 71,2%); a consciencialização das empresas da relação íntima/dependência dos seres humanos com a geosfera, preocupando-se com a aplicação de técnicas que não comprometam o seu equilíbrio (n=101; 76,5%); a preocupação ambiental, repensando medidas que não causem impacte negativo no ambiente (n=94; 71,2%); a inovação e a implementação, dentro das empresas, de estratégias eficazes de garantia da qualidade ambiental (n=89; 67,4%); assegurar o controlo e a minimização da produção de resíduos e emissões nocivas, reduzindo práticas que possam comprometer a qualidade de vida das gerações futuras (n=96; 72,7%); e a criação de leis e regulamentos, claros, transparentes, atualizados e adaptados aos níveis internacionais mais avançados de exploração de recursos minerais (n=93; 70,5%).

CONCLUSÕES

Embora a amostra deste estudo não seja representativa da população, não sendo possível, por isso, generalizar resultados, os resultados obtidos permitiram recolher alguns indicadores importantes relativamente ao assunto em estudo.

O trabalho permitiu perceber que muitos dos participantes deste estudo sabem o que é um mineral, sendo capazes de identificar alguns minerais metálicos, bem como alguns minerais que possuem lítio na sua constituição. Ainda em relação ao lítio, foi possível verificar que muitos participantes reconhecem as suas aplicações, pelo menos as mais divulgadas e discutidas atualmente, como a produção de baterias de carros elétricos e dispositivos eletrónicos. Também conhecem alguns dos locais, em Portugal, onde é possível a exploração de lítio.

Em relação às questões geoéticas, no geral, os participantes consideram relevante uma reflexão geoética, quer aplicada a situações que refletem atividades com algum impacte na geosfera, por exemplo: construção de infraestruturas sustentáveis; localização de zonas seguras para depósito de

resíduos radioativos; construção de geoparques em zonas de interesse geológico; criação de pedreiras e minas; quer relacionada com atitudes e comportamentos importantes em atividades relacionadas com a exploração mineira, nomeadamente: o profissionalismo, o respeito e a comunicação entre as empresas de prospeção e exploração e as populações; preservação da geodiversidade e da paisagem natural; preocupação ambiental e adoção de medidas com reduzido impacte ambiental.

Assim, destaca-se a importância da Geoética principalmente na reflexão sobre atividades humanas que intersetam a geosfera. Esta dimensão geoética deve ser alvo de reflexão, permitindo esclarecer os cidadãos sobre as preocupações geoéticas inerentes a várias atividades humanas, nomeadamente, a exploração de lítio, e de outros minerais metálicos, em Portugal.

REFERÊNCIAS

Bobrowsky, P., Cronin, V. S., Di Capua, G., Kieffer, S. W., & Peppoloni, S. (2018). The emerging field of Geoethics. In L. C. Gundersen (Ed.), *Scientific Integrity and Ethics in the Geosciences* (pp. 175-212). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Brocx, M. & Semeniuk, V. (2007). Geoheritage and geoconservation – history, definition, scope and scale, *Journal of the Royal Society of Western Australia, 90*, 53-87.

Carvalho, J. M. F., & Farinha, J. A. L. B. (2004). *Lithium potentialities in Northern Portugal*. Paper presented at the 17th Industrial Minerals International Congress, Barcelona. Retrieved from https://tinyurl.com/st7352k

Christmann, P., Gloaguen, E., Labb, J. F., Melleton, J., & Piantone, P. (2015). Global Lithium Resources and Sustainability Issues, In A. Chagnes & J. Swiatowska (Eds.) *Lithium Process Chemistry* (pp. 1-40). Amsterdam: Elsevier.

Dowling, R. (2010). Geotourism's global growth. *Geoheritage, 3*, 1-13.

Gray, T. (2012). *The elements: A Visual Exploration of Every Known Atom in the Universe*, New York: Black Dog & Leventhal Publishers.

IAPG – International Association for Promoting Geoethics (2019). Disponível em http://www.geoethics.org/ (Consultado em junho de 2019)

INE – Instituto Nacional de Estatística (2015). *As novas unidades territoriais para fins estatísticos*. Retirado de https://tinyurl.com/t2s8mt8

Lima, A. (2019). Lítio, um metal para o futuro de Portugal? Público, disponível em https://tinyurl.com/upe27d3 (consultado em junho de 2019).

Lucchesi, S., & Giardino, M. (2012). The role of geoscientists in human progress. *Annals of Geophysics, 55*(3), 355-359.

Matteucci, R., Gosso, G., Peppoloni, S., Piacente, S., & Wasowski, J. (2012). A Hippocratic Oath for geologists? *Annals of Geophysics, 55*(3), 365-369

Oliveira, D., Ramalho, E., Santana, H., Falé, P., & Henriques, P. (2007). *Os Recursos Minerais na nossa vida*. Lisboa: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI)

Peppoloni, S., & Di Capua, G. (2015). The meaning of Geoethics. In S. Peppoloni & M. Wyss (Eds), *Geoethics: ethical challenges and case studies in Earth Science* (pp.3-14). Massachusetts: Elsevier

Peppoloni, S., & Di Capua, G. (2016). Geoethics: Ethical, Social, and Cultural values in Geosciences research, practice, and education. In G. Wessel, J. Greenberg (Eds.), *Geoscience for the Public Good and Global Development: Toward a Sustainable Future*. doi:10.1130/2016.2520(03)

Peppoloni, S., & Di Capua, G. (2017). Geoethics: Ethical, Social and Cultural implications in Geosciences. *Annals of Geophysics, 60*, 1-8.

Pievani, T. (2012). Geoethics and philosophy of Earth sciences: the role of geophysical factors in human evolution. *Annals of Geophysics, 55*(3), 349-353.

Vasconcelos, C., Torres, J., Vasconcelos, L., & Moutinho, S. (2016). Sustainable development and its connection to teaching geoethics. *Episodes, 39*(3), 509-517.

Viegas, H., Martins, L., & Oliveira, D. (2012). Alguns aspectos da geoestratégia global do lítio O caso de Portugal, *Geonovas, 25*, 19-25.

CIÊNCIAS, ACESSIBILIDADE E CIDADANIA AMBIENTAL – CONEXÕES POSSÍVEIS: ANÁLISE A PARTIR DE UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR

Hipácia Miriam Fontes Rehem[1], Lucas Pessanha Mousinho[2], Manoel Antônio dos Santos[3]

[1]Universidade de Brasília (BRASIL)
[2]Centro Universitário UDF (BRASIL)
[3]Secretaria de Estado de Educação (BRASIL)
hip_rehem@hotmail.com

Resumo

Os trabalhos em educação com um viés ambiental tentam imprimir ao desenvolvimento individual um caráter ético, social e mobilizador nas relações com as diversas formas de vida na Terra. O respeito ao meio ambiente envolve também o desenvolvimento de valores e ações humanas para transformação e benefício da coletividade possibilitando o exercício de uma cidadania ambiental (Carvalho, 2008). No Brasil, existem leis de acessibilidade que exigem a disponibilização de rampas e sinalização tátil em espaços urbanos de uso coletivo (Lei nº 13.146, 2015). Esses equipamentos precisam ser instalados e projetados de forma a proporcionar autonomia e segurança às pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Como essas normas são recentes, muitos locais ainda precisam ser adaptados. Nem sempre o poder público tem condições de identificar todos os lugares que necessitariam desses equipamentos. A escola, com o seu potencial mobilizador, pode contribuir ampliando as possibilidades de participação e engajamento dos cidadãos em formação. Nessa perspectiva, um grupo de docentes em escola pública de Brasília desenvolveu um projeto interdisciplinar com a finalidade de integrar os conteúdos curriculares à problemática da acessibilidade. A origem da intervenção pedagógica ocorreu em aulas de Biologia com a temática sistema nervoso. Foram discutidas as limitações dos movimentos conforme os tipos de lesões medulares. Alunos cadeirantes e deficientes visuais informaram sobre suas dificuldades e demandas com relação às rampas e aos pisos táteis nas ruas e calçadas de seus ambientes de convivência. Ressaltaram a imprecisão na localização e o desconhecimento a respeito da distância entre eles. Diante disso, alunos de quatro turmas de ensino médio foram convidados a realizar as buscas desses dispositivos de acessibilidade em áreas próximas à escola. A partir de mapas impressos obtidos em sites disponíveis na *web*, os alunos localizaram e sinalizaram a presença ou ausência das rampas e dos pisos táteis nas redondezas. Em aulas de Matemática e Física, explorou-se geometricamente as exigências no dimensionamento, na altura e inclinação das rampas e dos pisos, conforme a legislação em vigor e as peculiaridades de cada tipo de inaptidão motora. Esses aspectos também foram considerados nas averiguações em campo. Era parte integrante da proposta didática a divulgação das distâncias entre as peças de acessibilidade, conforme estudos de escalas cartográficas organizados pelo professor de Geografia. O projeto está em andamento, e a intenção é desenvolver aplicativo para celular que reúna todos os elementos imagéticos produzidos para acesso de todos. Os dados obtidos vêm sendo compilados e disponibilizados para as administrações dos bairros monitorados pelos estudantes. Buscando avaliar o impacto da intervenção didático-pedagógica, os estudantes foram convidados a emitirem suas impressões em questionários semiestruturados (Marconi e Lakatos, 2003) que foram submetidos à análise de conteúdo (Bardin,1979). A maioria dos respondentes considerou que houve uma melhoria na disposição para aquisição dos conhecimentos ensinados em decorrência de motivação e contexto da ação pedagógica. Os registros dos estudantes apontam para novas compreensões sobre questões ambientais relativas à comunidade local. Os resultados sugerem que a atividade pedagógica interdisciplinar pode ter contribuído para que os alunos assumissem um papel ativo e interventivo, envolvendo-se de forma coletiva e solidária.

Palavras-chave: Acessibilidade; Ensino médio; Cidadania ambiental.

INTRODUÇÃO

As novas sensibilidades que caracterizam o ideário ecológico contemporâneo sugerem propostas educadoras que se estruturem com base em ações do ponto de vista socioambiental. Tal abordagem, conforme aponta Carvalho (2008, p.37), “considera o meio ambiente como espaço relacional, em que

a presença humana, longe de ser intrusa, aparece como um agente que pertence à teia de relações da vida social, natural e cultural e interage com ela". A educação baseada nesses princípios tenta imprimir ao desenvolvimento individual um caráter ético, social e mobilizador nas relações com o ambiente e com os outros seres humanos.

Sob a influência da liquidez descrita por Bauman (2005), vivemos em tempos inconstantes em que tudo se transforma rapidamente, e, como consequência, os sujeitos padecem de uma desesperança existencial. Nesse processo, há uma corrosão do sentimento de comunidade, de solidariedade social, fazendo com que cada um fique preso ao seu mundo particular. Mais do que nunca, a educação torna-se essencial na organização e veiculação de saberes que possam resgatar o sentido ético, isto é, solidário, cuidadoso com a dignidade do ser humano e do mundo" (Gentili; Alencar, 2001, p.100). A nova ética ecológica enfrenta os desafios de pensar o todo, e não em parte, de pensar em uma perspectiva do outro, enfrentando as desigualdades e incentivando as pessoas a trabalharem de forma crítica, consciente e coletiva. Essa ética se estrutura para além do enfoque exclusivo da biodiversidade, reivindica uma coexistência respeitosa, a aceitação do outro, do diferente, incluindo o outro ambiental/social (Vicentim, 2011). Com esse direcionamento, é recomendável iniciar proposições educativas a partir de demandas locais, desenvolvendo uma autocompreensão das necessidades do lugar ocupado para o exercício de uma cidadania ambiental (Carvalho, 2008). Conforme destaca Higuchi (2004), cidadania ambiental envolve ações de efetiva participação e de mobilização, com outras pessoas, na busca de soluções aos problemas da relação pessoa/ambiente.

Nessa perspectiva, um grupo de docentes de uma escola pública de Brasília desenvolveu uma proposta didático-pedagógica, com abordagem interdisciplinar, que foi conduzida com a finalidade de integrar alguns conteúdos científicos ministrados em sala de aula à problemática da acessibilidade. Nesta instituição de ensino, há um projeto de educação ambiental denominado *Ecopercepção*, que tem como objetivo estimular ações educativas centradas na conscientização ambiental e práticas sociais. Com esse direcionamento, o planejamento das aulas foi organizado de forma a discutir, em meio a aprendizagens inerentes ao currículo de ciências, as dificuldades encontradas no que tange à mobilidade dos portadores de deficiência. Aliado a isso, tinha-se como objetivo basilar estimular a participação e o compromisso dos estudantes com uma cidadania ambiental ativa, contribuindo para a identificação e resolução de questões e incompletudes relacionadas aos equipamentos de acessibilidade nos bairros próximos a comunidade escolar.

No Brasil, cerca de 6,8% da sua população, estimada em 210 milhões de habitantes, apresentam algum tipo de deficiência (IBGE, 2010). A maior parte, 3,5% apresentam deficiência visual e, 2,3%, deficiência física. Uma parcela significativa desses indivíduos apresenta limitações em grau acentuado necessitando de apoio para locomoção.

A partir da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, homologada pela Assembléia das Nações Unidas em 13 de dezembro de 2006 e ratificado pelo governo do Brasil em 2009 (Decreto n° 6. 949, 2009), houve uma maior preocupação com o desenvolvimento de políticas públicas destinadas a esse segmento de cidadãos brasileiros. Nesse sentido, desde 2015 há uma lei de acessibilidade em vigor no país (Lei nº 13.146, 2015) que exige a disponibilização de rampas e sinalização tátil para as novas edificações construídas em espaços de uso coletivo. Conforme define a Lei nº 13.146, art. 53, "a acessibilidade é direito que garante à pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida viver de forma independente e exercer seus direitos de cidadania e de participação social".

A Associação Brasileira de Normas técnicas oferece todas as diretrizes para que esses elementos sejam instalados de forma a proporcionar autonomia e segurança às pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida (ABNT, 2004). Todavia, essas normas são relativamente recentes, e muitos locais ainda precisam ser adaptados. Nem sempre o poder público tem condições de identificar todos os lugares que necessitariam desses equipamentos. As escolas, com o seu potencial mobilizador, podem contribuir ampliando as possibilidades de participação e engajamento em prol da coletividade. Além disso, abrem-se espaços de reflexão para o desenvolvimento de um olhar mais sensível e solidário dos jovens estudantes para com as diferenças e diversidades.

Contextualização da pesquisa

A origem da intervenção pedagógica ocorreu em aulas de Biologia com a temática *sistema nervoso*. Na ocasião, foram apresentadas as limitações dos movimentos, conforme os tipos de lesões medulares.

Os participantes, dentre eles alunos cadeirantes e deficientes visuais, informaram sobre suas dificuldades e demandas com relação às rampas e aos pisos táteis nas ruas e calçadas de seus ambientes de convivência. Ressaltaram, ainda, a imprecisão na localização e o desconhecimento a respeito da distância entre eles. Diante disso, alunos de quatro turmas de ensino médio foram convidados a realizar buscas desses dispositivos de acessibilidade em áreas próximas à escola. A partir de mapas impressos obtidos em sites disponíveis na web, os alunos localizaram e sinalizaram a presença ou ausência de rampas e pisos táteis nas redondezas.

Nas aulas de Matemática e Física, explorou-se geometricamente as exigências no dimensionamento, a altura e inclinação de rampas e pisos, de acordo com a legislação em vigor, e peculiaridades de cada tipo de inaptidão motora. À luz de abordagens trigonométricas associadas ao estudo da aceleração e declividade, foram debatidos temas sobre a mobilidade da pessoa portadora de deficiência. É possível notar esses aspectos nas averiguações em campo (Fig. 1).

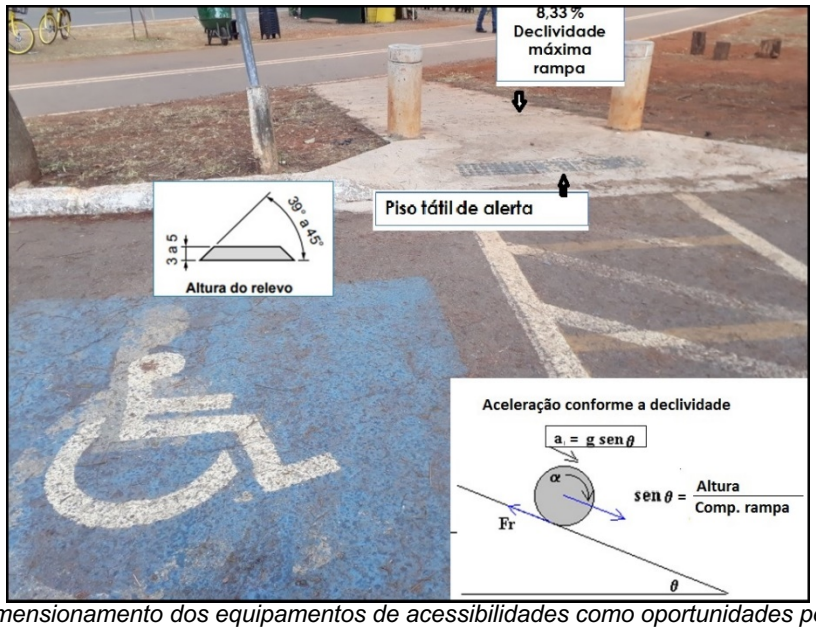


Figura 1. Dimensionamento dos equipamentos de acessibilidades como oportunidades pedagógicas.

A divulgação das distâncias entre as peças de acessibilidade foi parte integrante da proposta didática, conforme estudos de escalas cartográficas organizados pelo professor de Geografia (Fig. 2).

Figura 2. Trabalhos dos estudantes mapeando as rampas nas localidades próximas à escola.

Nas investigações extraclasse, foi possível constatar que algumas deformidades do piso das vias públicas também comprometem de forma significativa o deslocamento de pessoas com perda parcial ou total de movimentos. Por esse motivo, os alunos também registraram desníveis e pontos danificados nos trajetos de segmento após rampas e pisos táteis.

O projeto está em andamento, e a intenção é desenvolver aplicativo para celular que reúna todos os elementos imagéticos produzidos, a fim de facilitar o acesso para todos. Como resultado, os dados obtidos são compilados e disponibilizados às administrações dos bairros monitorados pelos estudantes. Em contrapartida, essas administrações devolvem essa ação se prontificando a realizar os reparos sugeridos (Fig. 3).

Figura 3. Correções das deformidades pelas administrações regionais a partir das indicações dos alunos.

Diante da expansão e dos desdobramentos do projeto, tornou-se necessário avaliar se os objetivos propostos estavam sendo contemplados – não apenas do ponto de vista da aprendizagem dos saberes científicos, mas também no desenvolvimento de valores e atitudes para uma cidadania ambiental. Nesse sentido, buscando avaliar os impactos da intervenção didático-pedagógica, os estudantes foram convidados a emitirem suas impressões a partir de questões semiestruturadas (Marconi e Lakatos, 2003).

METODOLOGIA

Os dados da pesquisa foram obtidos por meio de formulários impressos, autoexplicativos, previamente testados, aplicados a 108 alunos de uma escola pública do Distrito Federal, Brasil. Os jovens participantes, com idades entre 14 e 17 anos, cursavam o ensino médio no ano letivo de 2019. As perguntas foram organizadas de forma que os respondentes não somente se posicionassem afirmativa ou negativamente quanto aos questionamentos, mas também pudessem discorrer, de forma livre, em espaço extra destinado para isto, sobre os aspectos averiguados. Os primeiros quesitos tinham a preocupação de verificar se a proposição didática interdisciplinar, de fato, possibilitou uma melhor aprendizagem dos conteúdos curriculares ensinados. Na sequência, outros itens buscavam aspectos relacionados à relevância da prática de ensino como experiência formativa de valores associados à coletividade. Alguns tópicos discorriam sobre o conhecimento relativo às normas e ao dimensionamento das peças de acessibilidade. Ao final, foi requisitado aos discentes que emitissem suas opiniões, no sentido de relatar e avaliar o significado do trabalho realizado. Considerando a subjetividade de alguns registros obtidos, a análise qualitativa foi utilizada como estratégia para avaliação dos depoimentos dos informantes (Ludke & André, 1986).

Foi realizada uma imersão nas respostas dos estudantes identificando as proposições mais recorrentes. A pesquisa qualitativa se preocupa em capturar informações subjetivas e possibilita estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e as suas relações sociais estabelecidas em diversos ambientes (Godoy, 1995). A análise dos registros ocorreu nos moldes da proposta metodológica de Laurence Bardin (1979), que propõe um tratamento dos dados estabelecendo unidades de categorização a partir da frequência de aparição de temas, palavras e sentidos associados ao assunto investigado, em cada comunicação dos indivíduos pesquisados.

RESULTADOS

Os resultados foram sintetizados estabelecendo as frequências percentuais das comunicações associadas às categorias investigadas. Os achados demonstram que o tema abordado ainda é pouco explorado nos ambientes educacionais, uma vez que 83% dos estudantes indicaram que, em nenhuma

outra ocasião, haviam realizado estudos escolares que envolvessem aspectos relacionados à acessibilidade. Além disso, a maioria (89%) não conhece as normas e bases legais que orientam e asseguram a inclusão e adequação dos espaços públicos para o atendimento aos portadores de limitações físicas. No que tange às relações ensino-aprendizagem, 88,8% dos respondentes afirmaram que houve uma melhoria na disposição para a aquisição dos conhecimentos científicos ensinados, em decorrência da motivação e do contexto da ação pedagógica. Nas categorias que relacionavam o fazer pedagógico a mudanças de comportamentos e atitudes, percebeu-se um expressivo número de estudantes (79,5%) que considerou que as atividades associadas ao projeto modificaram a sua forma de ver e se relacionar com pessoas portadoras de alguma deficiência. 96,1% dos registros apontam para a aquisição de postura mais proativa na resolução de questões ambientais que envolvam a comunidade local.

Significando a pesquisa, destacam-se alguns apontamentos dos discentes:

> "Na nossa rotina, vivemos em função de nós mesmos, seguindo nossas obrigações, ocupados com o nosso individualismo... Pessoas são deixadas de lado, esquecidas... Quando conseguimos enxergar uma realidade que aparentemente não é nossa, mas que está ao nosso lado, nos tornamos mais sensíveis e temos vontade de ajudar. [...] Quando tomamos essa consciência, nos tornamos uma sociedade mais forte, com voz, criando mais possibilidades para todos." (Estudante, P47, 15 anos).
>
> "Fiquei contente em estudar assuntos da escola que podem melhorar a nossa vida e de outras pessoas" (Estudante, P23, 16 anos).
>
> "O trabalho me ajudou a prestar mais atenção na necessidade do outro" (Estudante, P68, 15 anos).

CONCLUSÕES

Os trabalhos em educação com um viés ambiental precisam realizar uma conexão entre equilíbrio das diversas formas de vida na Terra e conceitos, como cooperação, participação, diversidade e igualdade (Cascino, 2003). Nesse sentido, o respeito ao meio ambiente envolve também o desenvolvimento de valores e ações humanas para transformação e benefício da coletividade.

Os resultados obtidos sugerem que a atividade pedagógica interdisciplinar pode ter contribuído para que os alunos assumissem um papel ativo e interventivo, envolvendo-se de forma solidária. As comunicações dos estudantes apontam para novas compreensões sobre as questões ambientais relativas à comunidade local.

A mobilização coletiva dos docentes e discentes ampliou a visualização de oportunidades pedagógicas facilitadoras para aprendizagem em ciências. A experiência didática aqui reportada demonstra que é possível realizar um processo educativo que agregue valor social aos conteúdos ministrados desde que os educadores e educandos estejam abertos a outras leituras e versões possíveis sobre o mundo e sobre nossa possibilidade de ação na sociedade.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). *NBR 9050: Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos* (2 ed.). Rio de Janeiro: ABNT.

Bardin, L. (1979). *Análise de conteúdo* (L. A. Reto & A. Pinheiro, Trad.). São Paulo: Edições 70.

Bauman, S. (2005). *Modernidade Líquida*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.

Carvalho, I. C. M. (2008). *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico.* São Paulo: Cortez Editora.

Cascino, F. (2003). *Educação Ambiental: princípios, história, formação de professores* (3 ed.). São Paulo: Editora Senac.

Decreto n° 6. 949, de 25 de agosto (2009). *Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo* Retirado de https://tinyurl.com/nawlps

Gentili, P., & Alencar, C. (2001). *Educar na esperança em tempos de desencanto*. Petrópolis: Vozes.

Godoy, A. S. (1995). Pesquisas qualitativas – tipos fundamentais. *Revista de Administração Empresas, 35*(3) 20-29.

Higushi, M. I. G., & Azevedo, G. C. A. (2004). Educação como processo na construção da cidadania ambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 0, 63-70.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Questionário Censo 2010*. Retirado de https://censo2010.ibge.gov.br/coleta/questionarios.html

Lei nº. 13.146/15 de 06 de julho (2015). *Lei Brasileira de inclusão da pessoa com deficiência.* Presidência da República. Retirado de https://tinyurl.com/yco4g9tt

Lei nº. 13.146/15 de 06 de julho (2015). *Lei Brasileira de inclusão da pessoa com deficiência*. Presidência da República. Retirado de https://tinyurl.com/lm5my9k

Ludke, M., & André, M.E.D.A. (1986). *A pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Maior, I. M. M. L. (2010). Pessoas com deficiência e direitos constitucionais. *Revista Jurídica Consulex*, Brasília, 14(326), 32-33.

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.

Vicentim, F. M. (2011). *Cultura e Desenvolvimento: Construindo Identidades por meio da Educação Ambiental no assentamento Santo Antônio das Brancas, Água Fria – GO*. (Dissertação de mestrado). Retirado de https://tinyurl.com/svctyst

A GEOETHICAL PERSPECTIVE THROUGH CASE BASED METHODOLOGY

Cristina Calheiros[1], Clara Vasconcelos[2]

[1]Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (CIIMAR/CIMAR), University of Porto (PORTUGAL)
[2]Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (PORTUGAL)
csvascon@fc.up.pt

Abstract

Geoethics arises when human activities interact with the Earth system and there is a responsible need of reflection on the values that sustain appropriate behaviours. It is closely related to ethical, social and cultural implications of geoscience education. Several methodologies can take the ground to support this approach, although case based methodology is proposed here to address Earth system nexus Human interaction, giving a Geoethical perspective, for higher education application. The issue of addressing Geoethics in higher education is being considered in the context of GOAL (Geoethics Outcomes and Awareness Learning), an Erasmus Plus Partnership Project, through several strategies, being one of them the proposal of educational resources. The educational resource under study sets ground in a template developed to address Geoethical dilemmas that puts in jeopardy the sustainability of the heritage associated to the case and where Geoethical values play a central role.

Keywords: geoethics, geoscience, georesources, Earth system, education

INTRODUCTION

Geoethics is an emerging field of geoscience which proposes the reflection on the values that encompasses behaviours and practices of human activities towards the Earth system. Having thus implications at an ethical, social, and cultural level of geoscience research, practice, and education (Peppoloni & Di Capua, 2016). Several dimensions of the Earth system are subject of study, being the field of geoscience wide. They include hydrosphere, atmosphere biosphere, besides the solid Earth. Geoethics brings rise to relevant environmental emergencies by encompassing critical analysis through the use of natural resources, the management of natural risks and adequate dissemination of scientific studies (Peppoloni & Di Capua, 2015). The role of geoethics embraces also the promotion of geoeducation through its values, awareness, teaching tools and comprising a multilateral communication and engagement towards respectful actions in relation to the environment and other individuals. It is thus important to give to the society valuable contexts, with scientific based knowledge, to allow for a responsible reflection and support appropriate behaviours and practices towards a sustainable development (Peppoloni, Bilham & Di Capua, 2019; Peppoloni & Di Capua, 2015).

Critical thinking rooted in science and observational capabilities are topics of great relevance to pursue geoeducation. It is thus important to have in consideration adequate methodology to support the analysis of a certain case by the students. Case based methodology intents to enable students to solve real cases. This is achieved by providing students with a prior knowledge of the subject, to develop the lesson, not having the need for the teacher and the student to build new knowledge. This way it is allowed to the student to relate its previous knowledge to a new real-life situation that is relevant to a specific subject. Strategies usually applied in this methodology are: modelling activities, field trips, laboratory work, computer work, debates and role-plays, simulation games project team works and follow-up discussions, among others (Vasconcelos, Faria & Cardoso, 2017).

The aim of the present educational resource is thus to be freely accessible for teachers in order for them to have support to promote the geoethics values related to the human interaction with the Earth system through the reflection about georesources, geoheritage and the need for geoscientists to aware public of their work. It is rather important for the students to have a prior knowledge on geoheritage, georesources, Earth sub-systems and a holist view of Earth system. Some of the objectives outlined are: geoethics awareness, to understand the need to preserve the respect for natural systems and dynamics when designing interventions on the environment, to know ways of protecting and enhancing geodiversity for sustainable development of communities, to develop sustainable activities in order to assure energy supplies and natural resources for future generations.

It is here presented the steps taken for the setup of the case and the main concerns that were consider including in the educational resource towards bringing the geoethical perspective to the Earth system nexus human interaction.

METHODOLOGY

Based on a practical view Geoethics can act as a baseline for references and guidelines to look into socio-economic solutions in compliance with the respect for the environment having also in consideration the human's wellbeing. This has to be well framed with the cultural, ethical and social dimensions (Peppoloni & Di Capua, 2015). In the present case it was intended to support the promotion of geoethical values (ethical, cultural and social) related to human interaction with the Earth system through reflection on georesources, geoheritage and the need for geoscientists to raise public awareness of their work. A case was assembled where it was shown for a certain farm the importance of the water (hydrosphere), the soil (geosphere) and the local climate (the atmosphere and its close interactions with the geosphere). Geoethical dilemmas were brought up as the sustainability of this heritage may be in jeopardy.

The steps followed to align the case were: (i) to tell a real story, (ii) from a recent reality, (iii) focusing on an interesting topic, (iv) with real characters that could create empathy, (v) a template with visual impact through photos and a supporting video, (vi) that would have pedagogic utility, (vii) that would provoke dilemmas towards a decision and (viii) having in consideration geoethical values.

For that, a farm was identified based on geoethical dilemmas that could be addressed. An assessment of the characteristics of the region, in terms of geoheritage and geology, was carried out in order to frame the questions raised. Three visits to the site were undertaken for photo and video capture and for onsite validation of the data gathered.

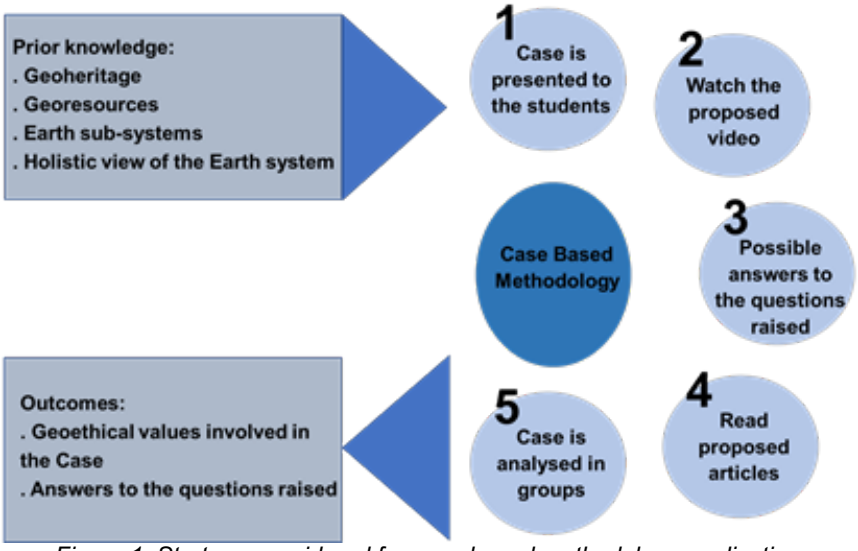


Figure 1. Strategy considered for case based methodology application

The proposed strategy to be applied in the class, comprised briefly, the reading of the case template where the case is clearly presented, and questions are launched for students' pursuit and reflection in groups (Figure 1). The methodology followed had in consideration: a short description of the case, prior knowledge, defined aims and objectives, detailed description of the case, questions brought up to support the critical thinking and analysis of the case, and the procedure (set by set), as a guidance for the students, to follow was explicit. Students were encouraged to watch a video that has been prepared for this purpose, has an additional resource, and read select articles. Afterwards they were encouraged to share their views with the rest of the class having the teacher as moderator.

RESULTS AND DISCUSSION

The Case setup deals with a family house from the 17th century that has been developing its activity around tourism and mainly wine production. It is situated in a rural mountain area where the water (hydrosphere), the soil (geosphere) and the local climate (atmosphere and its narrow interrelation with geosphere) poses a great importance for the sustainability of the farm and the surrounding community.

Having this in consideration a case template supported by a video was setup accordingly to what has been described in methodology section (Figure 2)

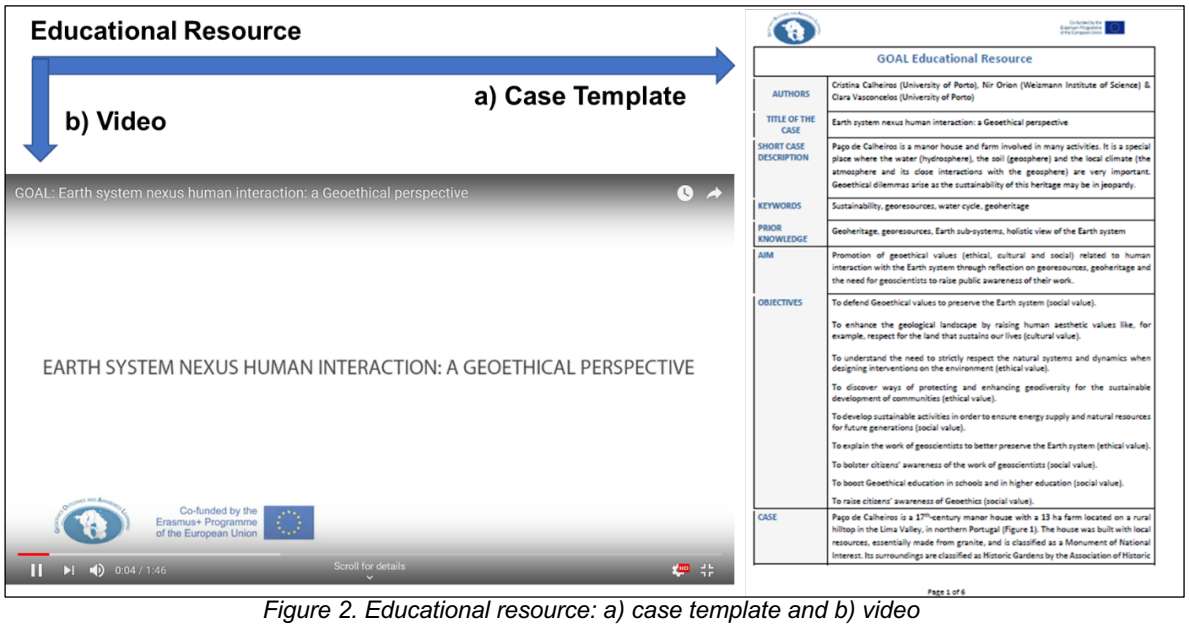


Figure 2. Educational resource: a) case template and b) video

When geological heritage is threated and there is lack of knowledge concerning the geology of the area, water scarcity became an issue due to human action. As such questions aroused:

- What would happen if the spring that provides the house with water should run dry?
- If there were a decision to divert the part of the stream the farm has a right to (for example, to support building a factory that would bring jobs to the village inhabitants), what would be the impact on wine production and organic farming?
- If a road were to be built across the farm (for example, to improve access to the main village), to what extent would we be able to preserve the geological heritage?
- What are the consequences of not informing the owners of these houses and the village inhabitants about the area's geology?
- How can we avoid the risk of not preserving this geoheritage site?

With the approach of case based methodology, it will be possible to focus on students strengthens and their ability to learn through the acquired knowledge in order to solve problems and to develop new knowledge. Also, there is the intention to enable the development of thoughts and arguments towards a geoethical perspective when facing dilemmas.

The aim of this educational resource is the promotion of geoethical values (ethical, cultural and social) related to human interaction with the Earth system through reflection on georesources, geoheritage and the need for geoscientists to raise public awareness of their work. Under this aim, some objectives where stablished in order to help students to achieve Geoethical values:

- To defend Geoethical values to preserve the Earth system (social value).
- To enhance the geological landscape by raising human aesthetic values like, for example, respect for the land that sustains our lives (cultural value).
- To understand the need to strictly respect the natural systems and dynamics when designing interventions on the environment (ethical value).
- To discover ways of protecting and enhancing geodiversity for the sustainable development of communities (ethical value).

- To develop sustainable activities in order to ensure energy supply and natural resources for future generations (social value).
- To explain the work of geoscientists to better preserve the Earth system (ethical value).
- To bolster citizens' awareness of the work of geoscientists (social value).
- To boost Geoethical education in schools and in higher education (social value).
- To raise citizens' awareness of Geoethics (social value).

CONCLUSIONS

The intention of the present work was to develop an educational resource that used case based methodology to give a geoethical perspective when several dilemmas arise. Based on a real case scenario it was possible to approach questions related to the Earth system nexus human interaction having as background the geoethical values. This case allowed the promotion of geoethical values (ethical, cultural and social) related to human interaction with the Earth system through reflection on georesources, geoheritage and the need for geoscientists to raise public awareness of their work. Also, will provide students with collaborative and communication competences.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Erasmus+ Programme in the scope of Project reference 2017-1-PTO1-KA203-035790.

.

REFERENCES

Peppoloni, S., Bilham, N., & Di Capua, G. (2019). Contemporary Geoethics within Geosciences. In M. Bohle (Ed.) *Exploring Geoethics: Ethical Implications, Societal Contexts, and Professional Obligations of the Geosciences* (pp. 25-70). Cham: Palgrave Pivot.

Peppoloni, S., & Di Capua, G. (2016). Geoethics: Ethical, Social, and Cultural values in Geosciences research, practice, and education. In G. Wessel, J. Greenberg (eds.), *Geoscience for the Public Good and Global Development: Toward a Sustainable Future*. doi:10.1130/2016.2520(03)

Peppoloni, S. & Di Capua, G. (2015). The meaning of Geoethics. In S. Peppoloni & M. Wyss (Eds.), *Geoethics: ethical challenges and case studies in Earth Science*. doi 10.1016/B978-0-12-799935-7.00001-0.

Vasconcelos, C., Faria, J., & Cardoso, A. (2017). Sustainability and case-based methodology. In K. Iwińska, M. Jones & M. Kraszewska (Eds.), *WISE Handbook*. Warsaw: Collegium Civitas.

02. Educação em Ciências no primeiro e no segundo ciclo do Ensino Básico | Educación en Ciencias en primaria | Science Education in Elementary School

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS ORIENTADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: VISÃO GLOBAL

Ana Sofia Sousa, Rui Marques Vieira

Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro (PORTUGAL)
anasofiasousa@ua.pt

Resumo

Os desenvolvimentos no domínio da Ciência e da Tecnologia influenciam todas as esferas da vida das sociedades contemporâneas. As suas aplicações e implicações exigem aos/às cidadãos/ãs capacidades de pensamento, em particular capacidades de pensamento crítico, que são essenciais para a tomada de decisões conscientes e esclarecidas e para responder à incerteza e imprevisibilidade resultantes das constantes e céleres mudanças sociais, económicas e políticas das nossas sociedades.

No entanto, a tarefa de promover o pensamento crítico é desafiadora devido a múltiplos fatores como, por exemplo, a diversidade e complexidade que envolvem o conceito ou a ausência de consenso quanto às abordagens didáticas que devem ser utilizadas em contexto de sala de aula. A estas acrescem as evidências apresentadas pela literatura de referência que sustentam que, por norma, as propostas didáticas utilizadas na Educação em Ciências propiciam pouco ou nenhum pensamento crítico.

Este enquadramento, bem como a pertinência de se obter uma visão global sobre a promoção do pensamento crítico na Educação em Ciências, estiveram na origem da presente revisão integrativa da literatura que definiu, como objetivos: i) percecionar os procedimentos metodológicos adotados pelos/as professores/as para a sua promoção, na Educação em Ciências, nos primeiros anos de escolaridade; e ii) verificar o seu impacte no desempenho dos/as alunos/as.

O processo de seleção adotado identificou 21 estudos de natureza académica realizados nos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico (idades dos 6 aos 12 anos) que foram publicados ao longo dos últimos dez anos em Portugal. Os resultados evidenciam as estratégias utilizadas pelos/as professores/as de Ciências na mobilização de capacidades de pensamento crítico e na construção e consolidação de conhecimentos de Estudo do Meio e de Ciências Naturais. As conclusões deste trabalho apresentam importantes implicações para a Didática das Ciências e para o desenvolvimento curricular nesta área. Por um lado, no reconhecimento da eficácia das práticas didáticas explicitamente orientadas para o desenvolvimento do pensamento crítico na Educação em Ciências. Por outro lado, na necessidade de criação de oportunidades para que os/as professores/as desenvolvam as suas próprias capacidades de pensamento crítico e também as competências profissionais intrinsecamente associadas à sua promoção intencional, gradual e sistemática em contexto de sala de aula, desde os primeiros anos de escolaridade.

Palavras-chave: educação em ciências; pensamento crítico; estratégias didáticas.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico é mais importante do que nunca. Isto deve-se, em primeiro lugar, à cada vez maior necessidade de resolução de problemas complexos e aos difíceis desafios globais que têm vindo a emergir ao longo das últimas décadas. Depois, e entre outros motivos, porque a facilidade com que se pode criar e disseminar conteúdos nos meios de comunicação requer capacidades de pensamento que permitam analisar criticamente a sobrecarga de informação diária.

Estas e outras razões fazem com que o pensamento crítico seja atualmente reconhecido como uma prioridade educacional e considerado fundamental para o progresso e futuro da humanidade. O seu lugar central na Educação em Ciências está patente nos esforços levados a cabo por diferentes países no sentido de integrar o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico nos currículos científicos como forma de promover a competência cidadã necessária para viver numa sociedade plural e participar conscientemente na tomada de decisões sociocientíficas das instituições democráticas

(Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011). Outro aspeto que confirma a sua relevância na Educação em Ciências prende-se com o contributo do pensamento crítico para a construção de conhecimento científico factual e processual e o desenvolvimento de estruturas de raciocínio lógico, estruturado, consciente e autónomo (Mendes & Martins, 2016; OCDE, 2018; Osborne, 2010; Vieira, 2018). Assim, diversos autores, entre os quais Osborne (2014) ou Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011) estabelecem ligações importantes entre o pensamento crítico e a Ciência relacionando as capacidades que caracterizam o primeiro com o rigor dos processos e métodos científicos do segundo como, por exemplo, o questionamento, a argumentação ou a identificação e posterior resolução apropriada de problemas e a sua aplicação responsável na sociedade.

Assim, o valor do pensamento crítico para a vida humana fez emergir uma diversidade de definições deste conceito no âmbito de várias disciplinas (e.g., Filosofia, Psicologia, …) por diversos autores/as que se dedicaram e continuam a dedicar-se à compreensão dos processos de pensamento e da razão. Os seus importantes contributos para o conhecimento existente sobre o pensamento crítico têm tido uma clara influência nas políticas educativas atuais (Merchán & Matarredona, 2016). Nesta linha de ação, tanto as orientações internacionais (e.g., OCDE, 2018) como os documentos de referência educacionais em Portugal, de que é exemplo o "Perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória" (Ministério da Educação, 2017), corroboram a relevância do pensamento crítico para a educação de cidadãos/ãs capazes de refletir e tirar conclusões independentes sobre as informações que recebem e o mundo em que vivem.

Assim enquadrado, o pensamento crítico pode ser definido, por exemplo, como um processo racional e reflexivo, que integra conhecimentos, capacidades, disposições e normas, com foco em decidir no que acreditar, encontrar explicações, tomar decisões informadas e resolver desafios (Ennis, 2011; Franco, Vieira & Saiz, 2017). Esta definição ilustra a complexidade concetual que envolve o pensamento crítico e espelha também as dificuldades inerentes à sua promoção e obtenção de resultados efetivos. Consequentemente, a literatura destaca o papel decisivo desempenhado pelos/as professores/as neste processo uma vez que desenvolver o pensamento crítico dos/as alunos/as requer uma abordagem gradual, sistemática e intencional e estratégias de ensino/aprendizagem explicitamente orientadas para o efeito (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016).

No entanto, e apesar do aparente consenso quanto à necessidade de promover o pensamento crítico na escola, a generalidade das propostas didáticas utilizadas na Educação em Ciências propiciam pouca, ou mesmo nenhuma, mobilização destas capacidades em virtude de se centrarem, muitas vezes, em processos predominantemente expositivos e no questionamento que apela a respostas factuais que suscitam poucas oportunidades de discussão de ideias e/ou pontos de vista (Osborne, 2010; Pinto, 2011). Noutra vertente, não é tão consensual o entendimento acerca das abordagens didáticas que devem ser utilizadas pelos/as professores/as para incentivar o desenvolvimento destas capacidades de pensamento em contexto de sala de aula (Tiruneh, de Cock & Elen, 2017). Neste sentido, o presente trabalho centrou-se numa revisão integrativa da literatura no sentido de identificar estudos centrados em práticas didáticas utilizadas em contextos formais de Educação em Ciências com evidências empíricas quanto à sua eficácia no desenvolvimento do pensamento crítico pelos/as alunos/as.

METODOLOGIA

A opção metodológica adotada para a realização deste trabalho centrou-se numa revisão integrativa da literatura norteada pelos seguintes objetivos: i) percecionar os procedimentos metodológicos adotados pelos/as professores/as para promoverem o pensamento crítico na Educação em Ciências, nos primeiros anos de escolaridade; e ii) verificar o seu impacte no desempenho dos/as alunos/as. De forma a garantir uma correta organização e uma interpretação crítica dos dados obtidos, bem como a sua fiabilidade, este estudo adotou os princípios de operacionalização descritos por Coutinho (2008). Consequentemente, foi realizada uma pesquisa tendo-se inserido e combinado as palavras/expressões-chave "pensamento crítico", "Ciências", "estratégias de ensino", "promoção" nos motores de busca dos repositórios científicos nacionais (RCAAP – Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal e instituições de ensino superior portuguesas) aplicação dos critérios de inclusão definidos (estudos empíricos realizados no âmbito da Educação em Ciências formal, com envolvimento ativo dos/as alunos/as e utilização de instrumentos de monitorização e/ou avaliação do desempenho destes/as, publicados ao longo dos últimos dez anos, entre 2010 e 2019) resultaram na seleção de vinte e um estudos, onze conduzidos no 1.º Ciclo do Ensino Básico (Estudo do Meio) e dez no 2.º Ciclo

do Ensino Básico (Ciências Naturais). A listagem destes estudos pode ser conferida em https://tinyurl.com/wgnar99.

RESULTADOS

Considerando os objetivos definidos para este trabalho, nomeadamente a identificação dos procedimentos metodológicos adotados pelos/as professores/as para promover o pensamento crítico na Educação em Ciências, procedeu-se à análise de conteúdo dos estudos selecionados. O processo de análise permitiu identificar algumas das estratégias de ensino/aprendizagem utilizadas e orientadas para a mobilização destas capacidades de pensamento (Tabela 1):

Tabela 1. Principais estratégias de ensino/aprendizagem utilizadas nos estudos analisados

Estratégia de ensino/aprendizagem	**Número de estudos**
Trabalho experimental	11
Questionamento	7
Debate sobre questões controversas	3
Exploração de recursos digitais	3
Resolução de problemas	2
Jogo	2
Estruturador gráfico	2

Assim, os estudos A1, A2, A3, A4, A5, A7, A9, A14, A17, A19 e A21 recorreram à estratégia de ensino/aprendizagem "trabalho experimental", no decurso da qual se solicitou aos/às alunos/as a utilização de diversas capacidades de pensamento, incluindo o controlo de variáveis (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2005). De acordo com estes estudos, o trabalho experimental orientado para a promoção do pensamento crítico apelou a diferentes capacidades tais como, por exemplo, "fazer e avaliar observações" *. Em sete estudos (A10, A11, A12, A13, A15, A20 e A21), os/as professores/as e/ou investigadores/as orientaram a estratégia de "questionamento", tanto escrito como oral, para o desenvolvimento de pensamento crítico formulando questões de alto nível cognitivo como as de análise, síntese ou avaliação, por exemplo (Shahrill, 2013). Por sua vez, o "debate sobre questões controversas" orientado para a promoção do pensamento crítico foi uma das estratégias eleitas por três estudos (A1, A14 e A18) devido ao seu potencial no desenvolvimento de capacidades como, por exemplo, "analisar argumentos"* ou "fazer ou responder a questões de clarificação e desafio"* e na aplicação e/ou transposição dos conhecimentos científicos construídos pelos/as alunos/as (Oros, 2007). Uma outra estratégia didática usada para mobilizar capacidades de pensamento crítico, designadamente "resumir" *, "fazer e avaliar induções"* ou "fazer e avaliar juízos de valor"*, entre outras, diz respeito à "exploração de recursos digitais" identificada em três estudos (A3, A4 e A16). A "resolução de problemas" utilizada em dois estudos (A2 e A11) projetada para replicar situações do "mundo real" tendo os/as alunos/as sido desafiados a explorar e resolver problemas, analisar informação e tomar decisões sustentadas, bem como o recurso à elaboração de "estruturadores gráficos" (A14 e A17) e a realização de um "jogo" (A8) foram outras das estratégias de ensino/aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico que também se destacaram na análise realizada neste estudo.

Importa ainda destacar alguns aspetos comuns que sobressaíram durante a análise relativos às estratégias de ensino/aprendizagem referidas, a saber: i) as atividades didáticas propostas para exploração dos conteúdos científicos curriculares foram contextualizadas a partir de situações/problemas reais e atuais; ii) o desempenho dos/as alunos/as, com resultados positivos em todos os estudos, foi monitorizado com recurso a instrumentos de avaliação adequados ao nível etário dos/as alunos/as (e.g., versão de Vieira (2003) do Teste de Pensamento Crítico de Cornell – Nível X); iii) a melhoria das aprendizagens e a construção de conhecimentos científicos relevantes identificada

pelos/as professores/as e/ou investigadores/as; e iv) as dificuldades sentidas pelos/as professores/as e pelos/as alunos/as apontadas também em todos os estudos. As dificuldades relatadas relacionaram-se, genericamente, com a interpretação e realização das atividades pelos/as alunos/as, e com a complexidade que envolve os processos didáticos de orientação e monitorização do desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico em contexto de sala de aula. Considera-se plausível que estas dificuldades possam ser justificadas pelo facto de os/as alunos/as não serem estimulados/as a desenvolver, desde cedo, as suas capacidades de pensamento, embora também pesem os padrões instituídos de reconhecimento das aprendizagens que exigem, essencialmente, uma representação quantitativa do desempenho dos/as alunos/as.

CONCLUSÕES

A revisão integrativa da literatura realizada permite retirar algumas ilações sobre a investigação realizada em Portugal acerca da promoção do pensamento crítico nos primeiros anos de escolaridade e sugere algumas implicações relativas à mobilização destas capacidades de pensamento nas aulas de Ciências quer para professores/as, quer para investigadores/as.

Em primeiro lugar, o reduzido número de estudos identificados de acordo com os critérios de inclusão descritos (e.g. atualidade, intencionalidade, rigor metodológico, …) não deixa dúvidas quanto ao facto de se tratar de uma linha de investigação escassa que requer uma maior e premente atenção, em particular por o pensamento crítico estar integrado numa das áreas de competências que a escola tem de promover ao longo de toda a escolaridade obrigatória (M.E., 2017). É igualmente relevante destacar a necessidade de os/as professores/as e investigadores/as desenvolverem estudos mais alargados no tempo (e não apenas durante o breve período de intervenção das investigações) e de apresentarem resultados inequívocos (com recurso a instrumentos de avaliação validados) relativos ao real impacte do uso de estratégias e/ou atividades didáticas intencionalmente orientadas para a promoção do pensamento crítico nos/as alunos/as, tal como aconteceu nos estudos analisados, o que aparentemente não se verifica na generalidade da investigação realizada sobre esta temática.

De acordo com o exposto, as investigações empíricas analisadas neste trabalho demonstraram que é efetivamente possível desenvolver o pensamento crítico dos/as alunos/as recorrendo-se a práticas didáticas especificamente orientadas para o efeito. Os exemplos apresentados, estratégias didáticas usuais em muitas salas de aula de Ciências, reforçam a investigação que afirma que mais do que a seleção da estratégia didática, a promoção eficaz do pensamento crítico depende, essencialmente, da orientação e do foco nos processos cognitivos que incentivam os/as alunos/as a pensar de forma reflexiva e racional (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016).

Depreende-se desta ideia a convicção de que só a formação específica dos/as professores/as poderá possibilitar a promoção, fundamentada na investigação científica, de capacidades de pensamento questionador e crítico desde o início da escolaridade. Assim, é urgente proporcionar oportunidades de formação (inicial e contínua) que possibilite aos/às professores/as de Ciências a apropriação conceptual e operacional sobre a mobilização de capacidades de pensamento crítico dos/as seus/uas alunos/as, bem como a criação de oportunidades para o desenvolvimento das suas próprias capacidades de pensamento. Importa ainda apoiar os/as professores/as a ultrapassarem as dificuldades e constrangimentos inerentes ao desenvolvimento, em contexto de sala de aula, de capacidades de pensamento que não surgem naturalmente e que são fortemente influenciadas e enviesadas, por exemplo, pelas convicções pessoais e sociais de cada indivíduo (Paul & Elder, 2014). Não havendo dúvidas quanto à importância global do pensamento crítico para uma cidadania racional, responsável e verdadeiramente democrática, urge reconfigurar as orientações preconizadas pela Didática das Ciências de modo a incorporarem o desenvolvimento intencional, sistemático e gradual do pensamento crítico para que os/as alunos/as o desenvolvam com sucesso (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2019) e se habituem a utilizá-lo eficazmente no seu dia-a-dia.

*designação das capacidades segundo a lista de capacidades de pensamento crítico de Robert Ennis, 2011

AGRADECIMENTOS

Comunicação enquadrada no projeto de investigação de doutoramento de Ana Sofia Sousa (SFRH/BD/130582/2017) financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/CED/00194/2019.

REFERÊNCIAS

Coutinho, C. (2008). Web 2.0: uma revisão integrativa de estudos e investigações. In A. Carvalho (Org.). *Actas do Encontro sobre Web 2.0*. Braga: CIED – Universidade do Minho. Retirado de https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8462/1/ClaraF001.pdf

Ennis, R. (2011). *The Nature of Critical Thinking: an outline of critical thinking dispositions and abilities.* Retirado de https://tinyurl.com/yxj6v4pk

Franco, A., Vieira, R.M., & Saiz, C. (2017). O pensamento crítico: as mudanças necessárias no contexto universitário. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación, Extra*(7), A7-012 - A7-016. doi:10.17979/reipe.2017.0.07.2233

Mansour, N. (2013). Consistencies and inconsistencies between science teachers' beliefs and practices. *International Journal of Science Education, 35*(7), 1230-1275.

Mendes, A., & Martins, I. (2016). Cinco Orientações para o Ensino das Ciências: a Dimensão CTS no Cruzamento da Didática e de Políticas Educativas Internacionais. *Revista Ibero americana de ciencia, tecnología y sociedad, 33*(11), 93-112.

Merchán, N.T., & Matarredona, J.S. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias, 34*(2), 43-65

Ministério da Educação (2017). *Perfil dos alunos à saída da Escolaridade Obrigatória.* Retirado de https://tinyurl.com/yyhl58ot

OCDE - Organização para a cooperação e o desenvolvimento económico (2018). *Teaching, assessing and learning creative and critical thinking skills in education*. Retirado de http://www.oecd.org/education/ceri/assessingprogressionincreativeandcriticalthinkingskillsineducation.htm

Oros, A. (2007) Let's Debate: Active Learning Encourages Student Participation and Critical Thinking. *Journal of Political Science Education, 3*(3), 293-311.

Osborne, J. (2010). Science for citizenship. In J. Osborne & J. Dillon (eds.), *Good Practice in Science Teaching What research has to say* (pp. 46-67). Glasgow: Open University.

Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking? New directions in science education. *Perspectives on science curriculum Journal, 95,* 53-62.

Paul, R., & Elder, L. (2014). *Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Professional and Personal Life.* New Jersey: Pearson Education.

Pinto, I. (2011). *Atividades promotoras de pensamento crítico: sua eficácia em alunos de ciências da natureza do 5.º ano de escolaridade* (Dissertação de Mestrado). Lisboa: Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Educação de Lisboa.

Shahrill, M. (2013). Review of effective teacher questioning in mathematics classrooms. *International Journal of Humanities and Social Science, 3*(17)*, 224-231.*

Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R.M. (2019). Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: propostas e desafios. *Revista Latinoamericana de Estudos Educativos, 15*(1), 36-49.

Tiruneh, D.T., De Cock, M., & Elen, J. (2018). Designing Learning Environments for Critical Thinking: Examining Effective Instructional Approaches. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(6), 1065-1089.

UNESCO (2016). *Educação 2030: Declaração de Incheon e Marco de Ação da Educação - Rumo a uma educação de qualidade inclusiva e equitativa e à educação ao longo da vida.* Retirado de http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245656por.pdf

Vieira, R.M. (2018). *Didática das ciências para o ensino básico.* Faro: Sílabas & Desafios.

Vieira, R.M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Teaching strategies and critical thinking abilities in science teacher education. In G. Gibson (Ed.) *Critical Thinking: theories, methods and challenges (pp. 77-98).* New York: Nova Science Publishers

Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. (2011). Critical thinking: conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International, 22(1),* 43-54.

LÁ FORA É MAIS DIVERTIDO! BRINCAR E APRENDER NA NATUREZA NO 1.ºCEB

Beatriz Sanches[1], Ana Coelho[1,2], Filomena Teixeira[1,3]

[1]Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Coimbra (PORTUGAL)
[2]CEIS20, Universidade de Coimbra (PORTUGAL)
[3]Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro (PORTUGAL)
abeatrizsanches@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como propósito contribuir para a reflexão e mudança de práticas educativas sobre a integração do brincar na Natureza na educação das crianças, mais precisamente, no 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB). As modificações sociais trazidas pelo século XXI transformaram o modo como a infância é vivida. Atualmente, não é dado tempo nem espaço suficientes à criança para brincar livremente. Porém, são cada vez mais os estudos que aconselham pais/mães e profissionais de educação, a oferecer às crianças momentos de brincadeira na Natureza, devido aos benefícios que lhes estão associados. O contacto regular das crianças com o mundo natural favorece "corpos saudáveis, mentes criativas, sucesso académico, estabilidade emocional e fortes competências sociais" (Hanscom, 2018, p. 14). O Relatório "Lá fora é mais divertido! - Brincar e Aprender na Natureza no 4.º ano de escolaridade" exemplifica como os contextos do 1.º ciclo podem promover o brincar na Natureza, nomeadamente, nos espaços exteriores das escolas, bem como as vantagens desta ação para os/as alunos/as e suas famílias, e para os/as professores/as. A investigação em causa foi desenvolvida numa escola pública do 1.º CEB que, inicialmente, não apostava no brincar e na interação das crianças com os espaços naturais ali presentes. O desenvolvimento de um projeto, intitulado de "A Turma da Natureza", contribuiu para a modificação da realidade estudada. Neste artigo procura-se partilhar conhecimentos, inspirar e motivar outros/as a agir, pois para mudarmos e melhorarmos a educação das crianças precisamos todos/as de fazer a nossa parte.

Palavras-chave: brincar na natureza; espaços exteriores; 1.º ciclo do ensino básico.

INTRODUÇÃO

«A Natureza para mim é uma casa sem teto e porta.»

(Maria, 9 anos)

Iniciemos esta introdução com um pequeno exercício. Recue às suas memórias de infância e recorde os sítios onde mais gostava de brincar. Muitas são as pessoas que descrevem lugares como ruas, jardins, praias ou florestas. Alguns autores referem-se a uma predisposição genética que os seres humanos têm desde a infância para valorizar e procurar ambientes naturais, que denominam de *biofilia* (Byrne, 2010). Porém, a partir dos anos 70 (séc. XX), verifica-se uma progressiva diminuição do tempo de que as crianças dispõem para brincar em espaços exteriores, tanto nas áreas urbanas como rurais (Tovey, 2007). Atualmente a vida das crianças desenrola-se "entre as paredes de casa ou da escola, as exigências académicas, os horários e o stresse dos pais e dos professores" (Marques, 2019, p. 75). Sobra pouco tempo para brincar, especialmente, no exterior, em contacto com a Natureza. Ora a ausência desta experiência tem vindo a comprometer a aprendizagem e o desenvolvimento saudável das crianças, contribuindo para estilos de vida mais sedentários e desconectados do mundo natural (Bento, 2015).

Hanscom (2018) afirma que os corpos e as mentes das crianças dependem da brincadeira livre e ativa, na Natureza, para se desenvolverem de forma saudável. Segundo a autora, brincar na Natureza "melhora o sistema imunitário, desenvolve os sentidos, fortalece as competências motoras, inspira a criatividade e a imaginação, promove competências socioemocionais e cultiva as competências de base necessárias para o trabalho académico" que as espera (Hanscom, 2018, pp. 171-172). Brincar na Natureza potencia o estabelecimento de uma ligação afetiva da criança com os espaços naturais, facilitando a aquisição de hábitos de proteção e respeito pela Natureza (Bento, 2015). Por estas e outras possíveis razões, é fundamental que, no dia a dia das crianças, lhes sejam proporcionadas mais oportunidades de interação com o mundo natural.

Bento e Portugal (2016) defendem que "os contextos educativos onde a criança passa grande parte do seu tempo têm um importante papel na prevenção da alienação das crianças em relação ao espaço exterior e à natureza" (p. 87). As escolas devem assegurar o direito ao brincar consagrado na Declaração Universal dos Direitos das Crianças (1959), oferecendo tempo e espaços exteriores de qualidade, que respondam às necessidades e interesses dos/as seus/suas utilizadores/as (Bilton, Bento & Dias, 2017). Nesta perspetiva, Wilson (2011) afirma que os/as professores/as devem promover o contacto das crianças com a Natureza, combinando-o com as aprendizagens em sala de aula e reconhecendo-o como estratégia de aprendizagem baseada na experiência.

De modo a contribuir para a reflexão e mudança de práticas educativas que apostem numa maior valorização do brincar na Natureza, particularmente, no 1.º CEB, foi desenvolvido o Relatório "Lá fora é mais divertido! - Brincar e Aprender na Natureza no 4.º ano de escolaridade", no âmbito do Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico na Escola Superior de Educação de Coimbra.

METODOLOGIA

A investigação decorreu numa escola pública do 1.º CEB, em Coimbra (Portugal), onde o valor e o potencial educativo do brincar eram desvalorizados perante o conhecimento estruturado e formal. O mesmo acontecia com os espaços naturais envolventes. A sala de aula era entendida como local de aprendizagens e o recreio, como espaço de lazer, no qual a maioria das crianças procurava o campo de jogos e raramente contactava com a zona verde. Neste contexto a educação das crianças estava organizada para promover a aprendizagem e não o brincar, separando no tempo e no espaço estas duas atividades naturais (Pramling Samuelsson & Carlsson, 2008). Tais observações evidenciaram a relevância da *compreensão sobre o modo como o brincar na Natureza estava a ser integrado na escola do 1.º CEB*. Para atingir este objetivo, a investigação centrou-se numa turma do 4.º ano de escolaridade, com 20 alunos/as (12 raparigas e 8 rapazes), do qual também fizeram parte 12 encarregados/as de educação e a professora titular. No decorrer do estudo procurou-se dar respostas às seguintes questões: (a) *Qual a relação das crianças com a Natureza?*; (b) *Que tipo de brincadeiras e aprendizagens são oferecidas pelo espaço exterior da escola?*; e (c) *Quais as perceções que a professora cooperante e as famílias das crianças têm sobre o brincar em espaços naturais?.*

Para o efeito optou-se por uma metodologia de caráter qualitativo, que não só formalizou como promoveu a mudança da realidade estudada (Pardal & Lopes, 2011). De entre a variedade de técnicas e instrumentos disponíveis para a recolha e registo dos dados foram utilizados: a observação participante, os registos audiovisuais e fotográficos, o diário de bordo, as produções das crianças (desenho, texto e portfólio), a entrevista semiestruturada e o questionário misto.

Após a análise dos primeiros dados desencadeou-se o projeto "A Turma da Natureza", que tinha como objetivo geral:

- Sensibilizar e motivar as crianças, as famílias e a comunidade educativa para a importância do brincar na Natureza, partindo da valorização dos espaços naturais existentes na escola.

E como objetivos específicos:

- Estimular o desenvolvimento de competências relacionais das crianças com a Natureza (conhecimento, sensibilidade, valorização e respeito);
- Promover o bem-estar e o desenvolvimento harmonioso das crianças, criando simultaneamente hábitos de vida saudáveis;
- Contribuir para uma mudança de comportamentos e de atitudes em relação ao ambiente, reconhecendo a importância dos recursos naturais e sua preservação;
- Incentivar a comunidade educativa para a valorização do brincar no espaço exterior da instituição;
- Envolver as famílias e a professora cooperante no projeto, de modo a reconhecerem os benefícios do contacto com a Natureza para o desenvolvimento e aprendizagem das crianças.

Assente na metodologia de trabalho de projeto, o projeto "A Turma da Natureza" foi desenvolvido em aulas de Estudo do Meio, integrando-se no Programa e Metas Curriculares da disciplina, mais precisamente, no Bloco 6 - Á descoberta das inter-relações entre a Natureza e a sociedade, ponto 2 - A qualidade do Ambiente (4.º ano). Mobilizou a Educação Ambiental, bem como outras áreas do conhecimento, nomeadamente, a Matemática, a Língua Portuguesa e as Expressões.

Na tabela 1 constam as 10 atividades desenvolvidas ao longo do projeto "A Turma da Natureza" (de junho a maio de 2018), todas elas, realizadas no espaço exterior da escola.

Tabela 1. Atividades do projeto "A Turma da Natureza"

Fases	Atividades desenvolvidas
I. Descobrir a Natureza	Atividade 1. Leitura ao ar livre
	Atividade 2. À descoberta das árvores e arbustos da escola
	Atividade 3. O herbário das árvores e arbustos da nossa escola
	Atividade 4. Em sintonia com a Natureza
II. Cuidar da Natureza	Atividade 5. Aula ao ar livre sobre a qualidade do Ambiente
	Atividade 6. Cartazes de sensibilização
	Atividade 7. Os ecopontos da nossa escola
	Atividade 8. Rega das árvores e arbustos
	Atividade 9. Adoção de Choupos-Brancos
III. Brincar na Natureza	Atividade 10. Construções na zona verde da escola

O projeto foi desenvolvido com as crianças, assente nos seus interesses e motivações, envolvendo a negociação de atividades, numa aprendizagem experiencial e cooperativa, reconhecendo-se a "imagem da criança competente e a sua função participativa no processo e resultados de aprendizagem" (Oliveira-Formosinho & Formosinho, 2011, p. 34). O projeto conjugou, assim, os objetivos das crianças com os objetivos da investigação, sendo que, na perspetiva dos/as alunos/as, a sua principal finalidade era "cuidar da Natureza".

A documentação do projeto foi realizada através de um portfólio, onde cada atividade se encontra planificada, descrita e avaliada pelas crianças e pela professora estagiária-investigadora. Quanto à sua divulgação, concretizou-se por meio de um E-book enviado por *e-mail* aos/às encarregados/as de educação e à professora titular, contribuindo para a renovação de ideias sobre as potencialidades do contacto com os espaços naturais no 1.º CEB.

Concluído o projeto "A Turma da Natureza" procedeu-se à sua avaliação final, feita por todos/as os/as participantes na investigação. Os dados coletados foram comparados aos inicialmente obtidos, verificando-se como a intervenção transformou, positivamente, a realidade estudada.

RESULTADOS

Desde o início da investigação, que a professora titular e os/as encarregados/as de educação revelaram estar devidamente informados/as e conscientes sobre a importância do brincar na Natureza na educação das crianças. Porém, a integração do brincar na Natureza, quer no ambiente escolar, quer no familiar, ocorria com pouca frequência. Hanscom (2018) refere que "para muitas famílias e professores, trazer as crianças para a rua e torná-las ativas não é tão simples como parece" (p. 12). Razões como o domínio das tecnologias e os horários preenchidos com atividades estruturadas, foram enunciadas pelos/as encarregados/as de educação e pela professora, como barreiras na promoção do brincar na Natureza. Tais conclusões permitiram confirmar que, atualmente, na infância, o contacto com os espaços naturais é reduzido (Moss, 2012).

Perante esta realidade, as famílias e a professora titular, procuravam conectar as crianças à Natureza, especialmente, a partir de conversas e ações sobre o meio (ex.: reutilizar materiais, separar o lixo nos ecopontos, plantar flores…), sensibilizando-as para os problemas ambientais. Deste modo, o contacto com a Natureza ocorria, sobretudo, através de atividades estruturadas, na sua maioria, dinamizadas

em espaços interiores. Como resultado, os/as alunos/as revelaram, desde o início da investigação, um bom conhecimento sobre o mundo natural e questões ambientais, percetível em diálogos e trabalhos realizados. Contudo verificou-se que, durante o tempo de brincadeira livre, as crianças pouco interagiam com o espaço verde da escola, demonstrando uma fraca ligação com a Natureza.

Foram n=6 os/as encarregados/as de educação, juntamente com a professora titular, que consideraram o exterior da escola como um espaço não promotor do contacto das crianças com a Natureza. Por conseguinte, todos/as os/as participantes nesta investigação, manifestaram uma forte vontade em transformar o exterior, num ambiente mais natural, acolhedor, criativo e dinâmico.

Com a dinamização do projeto "A Turma da Natureza", a visão do exterior modificou-se, bem como o brincar das crianças e a sua interação com a zona verde da escola. Através das atividades realizadas, a professora, os/as alunos/as e as famílias redescobriram o exterior da escola, deparando-se com diversas espécies de árvores e arbustos, anteriormente, desconhecidas. Este espaço, que à partida era percebido como pouco promissor, revelou-se rico em brincadeiras e aprendizagens na Natureza, passando a ser reconhecido, por crianças e adultos/as, como espaço educativo, tal como a sala de aula (Silva et al., 2016).

Figura 1. Momentos do projeto "A Turma da Natureza"

As experiências na Natureza promoveram o desenvolvimento de competências fundamentais para a vida das crianças, algo que se verificou, especialmente devido ao aumento da frequência e do tempo de duração, com que contactavam com a zona verde da escola (Figura 1). De acordo com Hanscom (2018), "o tempo que uma criança tem para brincar, assim como a qualidade desse tempo, é o que vai determinar a quantidade de benefícios de desenvolvimento que ela pode receber" (p. 95). Por outro lado, sabe-se que estes fatores, quando aplicados ao brincar no exterior, são determinantes para "a criação de uma ligação afetiva da criança com os espaços naturais" (Bento, 2015, p. 131). Tendo isto em consideração, através do projeto "A Turma da Natureza", os/as alunos/as passaram a privilegiar, durante os intervalos, a zona verde da escola, preocupando-se com a sua proteção e preservação. Consequentemente, para além dos habituais jogos convencionais (ex.: futebol, apanhada…) surgiram brincadeiras construtivas e do "faz de conta" na Natureza. As crianças começaram a interagir mais entre si, desconstruindo-se os iniciais grupos de brincadeira, que separavam as raparigas dos rapazes. Ao mesmo tempo, os/as alunos/as do 4.º ano passaram a integrar as crianças mais novas da escola, nas suas experiências na zona verde. Tal como Bilton et al. (2017) referem, "os espaços naturais assumem-se também como palco para importantes interações entre crianças que, ao serem confrontadas com os imprevistos da natureza, são incentivadas a cooperar, partilhando ideias, estratégias, medos e desejos" (p. 52). Compreende-se, portanto, como o contacto regular com a Natureza, permitiu à turma do 4.º ano fortalecer a sua relação de amizade e união. Através desta experiência, os/as alunos/as demonstraram sentir-se mais integrados e felizes no contexto escolar, reduzindo os momentos de conflito.

Segundo Jacobi-Vessels (2013), o contacto com a Natureza contribui não só para o bom desenvolvimento da criança, como para o sucesso académico. Nesta perspetiva, o projeto realizado permitiu constatar que intervalos em espaços naturais aumentam a capacidade de atenção e envolvimento das crianças em sala de aula (Hanscom, 2018). Além disso concluiu-se que a zona verde

é rica em oportunidades de aprendizagem experiencial, resultante da exploração, da experiência, da criação, da descoberta e da interação com o mundo natural. Neste espaço, os/as alunos/as partilharam e construíram conhecimentos das diversas áreas curriculares, que mais tarde, foram mobilizados em sala de aula.

Relativamente às conceções das crianças sobre a Natureza, a investigação percecionou como as suas experiências em contextos naturais, antes e durante o projeto, influenciaram o que sentiam, pensavam ou conheciam sobre ela. Contudo, a Natureza foi sempre descrita pelos/as alunos/as como algo de que gostavam, que lhes proporcionava emoções e sentimentos positivos, especialmente, tranquilidade. Quantos mais momentos usufruíam na Natureza, dentro do contexto escolar, maior era a sua vontade em cuidar dela. Sabe-se que com o projeto, as crianças criaram hábitos de proteção da zona verde da escola, que foram também mobilizados, por alguns/mas alunos/as, no ambiente familiar. A turma passou a preocupar-se e a interessar-se, genuinamente, pelos problemas ambientais, compreendendo-se que, projetos desenrolados num contexto natural, envolvendo assuntos com significado para as crianças, são um excelente meio para o alcance de objetivos definidos para a Educação Ambiental (Wilson, 2011).

CONCLUSÕES

A investigação evidenciou a relevância e a necessidade da interligação do brincar e da aprendizagem no 1.º CEB. Brincar é o meio mais natural para a aprendizagem da criança, que estimula o seu desenvolvimento global (Silva & Sarmento, 2017). Importa que as famílias e os/as profissionais proporcionem às crianças tempo e espaços de qualidade para brincar, reconhecendo que, fora de portas, existe uma panóplia de cenários exteriores, extremamente vantajosos para o seu bem estar. Neste sentido, o projeto "A Turma da Natureza" veio mostrar como brincadeiras no exterior, em contacto com a Natureza, oferecem à criança inúmeras oportunidades de aprendizagem, interação e comunicação com o mundo à sua volta, e consequentemente, o desenvolvimento de competências fundamentais para a vida adulta (ex.: cooperação, resiliência e criatividade). Por outro lado, permitiu ainda concluir que, tal como Hanscom (2018) sustenta, levar a sala de aula para a rua é, sem dúvida, "uma das melhores formas de as crianças aprenderem" (p. 167). Os/As alunos/as da turma do 4.º ano afirmaram preferir ter aulas "lá fora", apresentando as seguintes justificações: "aprendemos mais coisas"; "estamos mais calmos/as e pensamos melhor"; "é mais divertido"; "podemos estar em contacto com a Natureza".

Concluindo, as crianças precisam verdadeiramente de brincar no exterior, em contacto com a Natureza, sendo que a integração desta temática nos currículos pode também concretizar-se através de saídas de campo a espaços naturais, a aulas e atividades no espaço exterior da escola ou pela valorização do tempo de recreio. Porém, a integração do brincar na Natureza nos contextos do 1.º CEB não é um processo fácil, devido a diversas razões, entre elas, a forte preocupação com o sucesso académico das crianças, o cumprimento dos programas no 1.º ciclo e a desvalorização dos espaços exteriores nos documentos orientadores da ação educativa. Perante esta realidade, torna-se vital repensar os nossos modelos educativos; repensar o modo como, atualmente, o brincar é desvalorizado no 1.º CEB, repensar a sala de aula e o recreio, o acesso à Natureza…A partir de reflexões sérias e determinantes acerca da educação das crianças, poderemos caminhar para um futuro equilibrado entre o brincar no exterior e as atividades estruturadas, reconhecendo que ambas as situações, são fundamentais para a aprendizagem e desenvolvimento saudável dos/as alunos/as.

REFERÊNCIAS

Bento, G. (2015). Infância e espaços exteriores - perspetivas sociais e educativas na atualidade. *Investigar em Educação, 4*, 127-140.

Bento, G., & Portugal, G. (2016). Valorizando o espaço exterior e inovando práticas pedagógicas em educação de infância. *Revista Ibero-americana de Educação, 72*, 85-104.

Bilton, H., Bento, G., & Dias, G. (2017). *Brincar ao ar livre.* Porto: Porto Editora.

Byrne, J. (2010). Biophilia. In N. Cohen & P. Robbins (Eds.), *Green Cities: An A-to-Z Guide.* doi:10.4135/9781412973816.n12

Hanscom, A. (2018). *Descalços e Felizes - Como a brincadeira ao ar livre promove crianças fortes, confiantes e capazes.* Lisboa: Livros Horizonte.

Jacobi-Vessels, J. (2013). Discovering Nature: The benefits of teaching outside of the classroom. *Dimensions of Early Childhood, 41*, 4-10.

Marques, I. (2019). *A brincar também se educa.* Lisboa: Manuscrito.

Moss, S. (2012). *Natural childhood report.* Swindon: The National Trust.

Oliveira-Formosinho, J., & Formosinho, J. (2011). A perspetiva pedagógica da Associação Criança: A Pedagogia-em-Participação. In J. Oliveira-Formosinho, R. Gambôa, J. Formosinho, & H. Costa (Eds.), *O Trabalho de Projeto na Pedagogia-em-Participação* (pp. 11-39). Porto: Porto Editora.

Pardal, L., & Lopes, E. (2011). *Métodos e Técnicas de Investigação Social .* Porto: Areal Editores.

Pramling Samuelsson, I., & Carlsson, M. (2008). The Playing Learning Child: Towards a pedagogy of early childhood. *Scandinavian Journal of Educational Research, 52*, 623-641.

Silva, I., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações curriculares para a Educação Pré-escolar.* Lisboa: Ministério da Educação/Direção-geral da Educação (DGE).

Silva, M., & Sarmento, T. (2017). O brincar na infância é um assunto sério... In T. Sarmento, F. Ferreira, & R. Madeira (Eds.), *Brincar e Aprender na Infância.* Porto: Porto Editora. Retirado de https://tinyurl.com/qmbc64d

Tovey, H. (2007). *Playing Outdoors: Spaces and places, risk and challenges.* Berkshire: Open University Press, McGraw-Hill Education.

Wilson, C. (2011). *Effective approaches to connect children with nature.* New Zealand Government: Department of Conservation Te Papa Atawhai.

TALLERES DE BIODIVERSIDAD: UNA INICIATIVA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Manuel Fernández Díaz, Gabriel Enrique Ayuso Fernández, Francisco Javier Robles Moral

Universidad de Murcia. Facultad de Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales (ESPAÑA)
manuel.fernandez2@um.es

Resumen

El reciente informe de la ONU (mayo, 2019) revela que la crisis de biodiversidad en nuestro planeta es más grave de lo que pensábamos. Desde hace décadas los seres humanos somos conscientes, gracias a numerosas investigaciones científicas, del impacto de nuestra actividad sobre los sistemas vivos. Sin embargo se observa un desinterés general por paliar este problema; los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992) o las metas de Aichi, establecidas en el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, se diluyen en un mar de buenas intenciones políticas.

Una de las metas de la alfabetización científica debe ser la capacitación de las personas para ejercer una ciudadanía informada, responsable y crítica, de modo que la formación inicial del profesorado de Educación Primaria debe ser muy sólida en materia de biodiversidad, por su repercusión sobre las primeras etapas educativas.

La presente aportación analiza una actividad desarrollada en la asignatura *Talleres de la Naturaleza*, impartida en el 4º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia (España), en su mención de *Recursos Educativos para la Escuela*. Participaron 34 alumnos agrupados en 11 equipos. La asignatura, situada al final del periodo formativo, tiene un marcado carácter práctico y aplicado, y está encaminada a movilizar los conocimientos científicos para diseñar recursos y actividades para la enseñanza de la ciencia.

La metodología de aula consistió en la planificación, diseño, y exposición pública de una secuencia de enseñanza, denominada *"Taller de Biodiversidad"*. El objetivo fue intentar dar respuesta a la siguiente cuestión*: ¿Cómo fomentarían los jóvenes maestros el conocimiento de la biodiversidad y el respeto por la misma en el ámbito escolar?* Las premisas para la realización de los trabajos fueron el rigor científico, la creatividad y la transversalidad entre áreas de conocimiento escolar. Los estudiantes del Grado trabajaron en equipos durante 6 semanas. Elaboraron diversos recursos didácticos y una memoria justificativa. En una sesión final todos los proyectos fueron expuestos.

La presente investigación responde a un diseño ex-post-facto de carácter descriptivo. Se emplea un método basado en el análisis cualitativo de contenido para describir e interpretar la forma en la que los futuros maestros entienden la biodiversidad. Las unidades sometidas a análisis fueron las memorias escritas de los trabajos.

Los resultados preliminares mostraron: 1) Los recursos y actividades diseñados tienen como centro el conocimiento del área de ciencias naturales, pero incorporan relaciones transversales con otras áreas como Lengua y Literatura o Educación Artística y Visual. 2) El nivel de estudio propuesto por el profesorado se centra sobre todo en aspectos descriptivos de los organismos, abordándose en menor medida los servicios ecosistémicos y los valores de la biodiversidad.

Las conclusiones iniciales se resumen en: 1) Existe un claro sentido de la responsabilidad y compromiso, por parte del profesorado, con la conservación de la biodiversidad, aunque es necesario avanzar en aspectos relacionados con los servicios de la biodiversidad y su dimensión axiológica. 2) Las metodologías de trabajo colaborativo, basadas el enfoques transversales y creativos resultan eficaces en los procesos de formación del profesorado de Educación Primaria, permitiéndoles poner en práctica los conocimientos y destrezas adquiridas a lo largo de su periodo formativo.

Palabras clave: formación inicial del profesorado; educación primaria; biodiversidad; STEAM.

INTRODUCCIÓN

Una de las dimensiones de la actual crisis ambiental global es la pérdida de biodiversidad. Desde hace décadas los seres humanos somos conscientes, gracias a numerosas investigaciones científicas, del impacto de nuestra actividad sobre los sistemas vivos. De hecho la adopción del Convenio sobre la Diversidad Biológica (ONU, 1992) marca un importante hito en el intento por conservar la diversidad de especies vivas y la funcionalidad de los ecosistemas. Sin embargo, décadas después seguimos lejos de resolver este problema y mitigar sus efectos. Diversos estudios e informes globales (ONU, 2019; Rockstrom et al., 2009; Singh, 2017) señalan que la pérdida de biodiversidad ha evolucionado de manera tan desfavorable que se han rebasado límites de seguridad con consecuencias imprevisibles. Aunque no existen datos exactos en cuanto a tasas de extinción, sí existe coincidencia entre diversos estudios de que estas tasas son más altas de lo que cabría esperar, lo cual confirma que no encontramos en lo que los científicos ya denominan Sexta Extinción en Masa, la cual está desencadenada por razones antrópicas (Barnosky et al. 2011; Ceballos y Ehrlich, 2018; Pimm y Raven, 2000; Tollefson, 2019).

Impactos sobre la diversidad biológica

En la actualidad, la revisión de la literatura científica nos permite reconocer numerosas amenazas graves para la diversidad biológica, que llevadas al pueden provocar la extinción de especies. De hecho ya se estiman tasas de extinción entre 100 y 1000 veces superiores a otras épocas del pasado. Esas amenazas podemos resumirlas en cuatro grandes categorías (Domínguez, 2019; Refoyo et al., 2013; Tellería, 2013, Toro y Flores, 2014; Zalasiewicz, Williams, Steffen y Crutzen, 2010):

I. Cambios en los hábitats, por degradación (contaminación, cambio climático, etc.), fragmentación (infraestructuras, ciudades, agricultura, etc.), destrucción (agricultura, incendios, etc.)
II. Sobreexplotación de recursos, generalmente por intereses económicos de industrias pesqueras, forestales, agrícolas, ganaderas, caza, etc.
III. Tráfico de especies, generalmente por intereses económicos que venden en mercados ilegales especies para coleccionismo, alimento, “medicinas” alternativas, etc.
IV. Especies Exóticas Invasoras, debido a la globalización de medios transporte numerosas especies pueden ser llevadas (consciente o inconscientemente) muy lejos de los hábitats a los que están adaptadas. Si al llegar a un nuevo hábitat logran sobrevivir pueden poner en riesgo a las especies autóctonas hasta el punto de hacerlas desaparecer.

Valores de la biodiversidad y necesidad de conservación

La diversidad biológica es extremadamente importante, valiosa y esencial para el funcionamiento del planeta, y por tanto para la propia existencia del ser humano. En la actualidad resulta evidente la necesidad de asegurar la permanencia de la diversidad biológica en todos sus niveles, desde el gen hasta el ecosistema, con todas sus funcionalidades y servicios (Girardello et al., 2019). Por tanto, resulta necesario tomar conciencia de las razones fundamentes por las que resulta imprescindible garantizar la conservación de la biodiversidad (Calvo, Esteve y López, 2000; Primack y Ros, 2002; Rodríguez, 2013), que de forma sintética se pueden resumir en:

I) Razones Éticas: tenemos la obligación moral de conservar el resultado de millones de años de evolución. La evolución es un proceso irrepetible (aunque haya otros planetas “parecidos” a la Tierra). Todas las especies tienen derecho a existir y no ver comprometida su existencia por razones no naturales.

II) Razones Funcionales: el complejo entramado de la Biosfera se compone de una gran cantidad de relaciones ecosistémicas (muchas de ellas desconocidas), recordemos que las especies interactúan entre sí; dependen (dependemos) unas de otras. La desaparición de las especies puede generar alteraciones en el normal funcionamiento de la Biosfera, con consecuencias impredecibles para el planeta, incluido el ser humano. Algunos de los servicios y funciones que produce la biodiversidad son: la producción de materia y fijación de energía en los ecosistemas, la protección del suelo y los recursos hídricos, la regulación del clima, el reciclaje de materia y las relaciones entre las especies (control de plagas, polinización, …).

III) Razones Culturales y Estéticas: la simple percepción de la Naturaleza causa bienestar, ya sea la contemplación de un paisaje o la observación de la fauna. Esto es algo que adquirimos gracias a

nuestro desarrollo cultural, por lo que la pérdida de biodiversidad supone una merma de nuestra cultura. Además posee otros valores culturales asociados a la biodiversidad son su interés educativo y científico.

IV) Razones Utilitaristas: la biodiversidad, innegablemente aporta al ser humano una elevadísima cantidad de recursos con alto valor económico, ya sea este basado en recursos de consumo local como leña, animales, etc., o bien recursos de uso productivo, capaces de generar gran impacto sobre la economía, por ejemplo madera para construcción, pesca, agricultura, etc. A pesar de la gran cantidad de bienes y servicios que los seres humanos obtenemos de la biodiversidad, no debería ser esta ni la primera ni la única razón para conservarla. En ningún momento debería plantearse la conservación de la diversidad biológica en términos de su "utilidad" para el ser humano.

Papel de la educación en la conservación de la biodiversidad

Una de las metas de la alfabetización científica debe ser la capacitación de las personas para ejercer una ciudadanía informada, responsable y crítica, de modo que la formación inicial del profesorado de Educación Primaria debe ser muy sólida en materia de enseñanza de las ciencias en general. Su objetivo final debe ser, empezar a construir modelos científicos básicos en el alumnado de primaria; modelos que tienen relación tanto con la propia construcción de la ciencia y los procesos científicos (básicos e integrados) como con los contenidos científicos. Igualmente la alfabetización científica debe conducir hacia una capacitación para analizar críticamente los grandes problemas globales que afectan al planeta y a partir de ahí buscar y proponer soluciones complejas a problemas complejos (Arillo, Martín del Pozo y Martín, 2015; Cañal, García y Cruz, 2016; Rivero, Martín del Pozo, Solís y Porlán, 2017).

Teniendo en cuenta que la crisis de biodiversidad que atraviesa el planeta es uno de los mayores problemas a los que nos enfrentamos, la escuela, ya desde sus primeras etapas, debe plantearse una educación para la biodiversidad que busque respuestas a preguntas como ¿qué es la biodiversidad y por qué es importante? o ¿qué amenaza a la biodiversidad y qué podemos hacer para su conservación? Además esta búsqueda de respuestas debe abordarse desde un trabajo equilibrado de las dimensiones conceptual, procedimental y axiológica de los contenidos relacionados con la biodiversidad. Sin embargo, en nuestro sistema educativo siguen teniendo gran peso e influencia los modelos de enseñanza transmisivos y el libro de texto como recurso fundamental. Esto desemboca en un tratamiento simplificado en exceso, fragmentado, centrado en la descripción de los seres vivos, en ocasiones falto de una visión ecosistémica y muchas veces desconectado de la realidad sociocultural (Bermúdez, 2018; Caurín y Martínez, 2013; García y Martínez, 2010; Martínez, F.J. y García, J., 2009; Montañés y Jaén, 2015).

Si aceptamos que entre el profesorado existe cierta tendencia a enseñar la ciencia de la misma manera que nos enseñaron (Cortés et al., 2012; Sanmartí et al. 2011) y tenemos en cuenta las consideraciones anteriores, corremos el riesgo de que el desapego que la sociedad siente por las cuestiones científicas se perpetúe (Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015; Rocard, et al. 2007), con la consiguiente pérdida de peso específico de la alfabetización científica en la solución de los problemas globales.

El papel de la educación científica es fundamental, desde la educación primaria hasta la formación del profesorado, pero es necesario superar los obstáculos que presenta. Para ello hace falta aplicar nuevos enfoques basados en la investigación e innovación docente, nuevas metodologías (por ejemplo basada en *gamificación*, *storytelling*, etc.) y nuevas miradas transversales como el enfoque STEAM, que realmente pongan en contexto los problemas ambientales y ayuden a pensar en las mejores soluciones (Aikenhead, 2015; Borsos, 2018; Csikar y Stefanik, 2018; Herro et al., 2017; López y Domènech-Casal, 2018; Vilches y Gil, 2012; 2013). En consecuencia, es importante actuar desde todas las vertientes, incluida la educación (tal vez la más importante), pues tal como señalan Ceballos y Ehrlich (2018) el futuro de la vida sobre la Tierra, incluido el bienestar de los seres humanos, depende directamente de las acciones que se adopten en las próximas dos décadas para reducir la desaparición de poblaciones y la extinción de especies.

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

La presente aportación analiza una actividad desarrollada en la asignatura *Talleres de la Naturaleza*, impartida en el 4º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia (España), en su mención de *Recursos Educativos para la Escuela y el Tiempo Libre*. La asignatura, situada al final del periodo formativo, consta de 3 créditos y tiene un marcado carácter aplicado; está por tanto orientada a movilizar los conocimientos científicos para diseñar recursos y actividades para la enseñanza de la ciencia.

Participaron 34 estudiantes, de los cuales 26 eran mujeres y 8 hombres. El 80% de los participantes tenía una edad comprendida entre los 21 y los 23 años. Las edades del 20% restante oscilaban entre los 24 y los 51 años. Los 34 estudiantes se agruparon en 10 equipos de trabajo de entre 3 y 4 miembros.

Dado el carácter práctico de la asignatura, la metodología de aula consistió en la planificación, diseño, y exposición pública de una secuencia de enseñanza, denominada *"Taller de Biodiversidad"*. El objetivo de este taller, además de fomentar el trabajo colaborativo, fue intentar dar respuesta a la siguiente cuestión*: ¿Cómo fomentarían los jóvenes maestros el conocimiento de la biodiversidad y el respeto por la misma en el ámbito escolar?* Las premisas fundamentales para la realización de los trabajos fueron el rigor científico, la creatividad y la transversalidad entre áreas de conocimiento. Los estudiantes del Grado trabajaron en equipos durante 6 semanas. Elaboraron diversos recursos didácticos y una memoria justificativa. En una sesión final todos los grupos realizaron una exposición pública de sus proyectos. Dichas presentaciones fueron grabadas en video para un posterior análisis pormenorizado.

Objetivos y método

El objetivo de la presente investigación es describir e interpretar la forma en la que los futuros maestros entienden la biodiversidad y cómo llevarían este tema a las aulas de Primaria. Para ello, se recurre a una investigación ex post facto y se emplea una metodología de análisis cualitativo de contenido, basado en la elaboración de un sistema de categorías y códigos que deben ser, como señalan Rodríguez, Gil y García (1999) precisos y exhaustivos. Este tipo de metodologías de análisis cualitativo de contenido son ampliamente utilizadas cuando se pretende analizar e interpretar diferentes manifestaciones de la comunicación humana (Krippendorff, 2004), como en este caso son los trabajos elaborados por los alumnos. Se utiliza un análisis cualitativo de contenido en el que las unidades de a análisis fueron los trabajos elaborados por los alumnos. Las categorías principales a partir de las que se realiza la codificación de los contenidos coinciden con los apartados básicos de los trabajos, lo cual facilita la posterior labor de codificación. A su vez, dentro de cada categoría se identifican una serie de códigos que se repiten en mayor o menor medida a lo largo de los diferentes trabajos y que a nosotros nos sirven para establecer un análisis estadístico descriptivo básico y una posterior interpretación de los resultados. Para el análisis de contenido se utilizó el software *QDA Miner 5 Lite Version,* el cual facilita la sistematización, precisión y exhaustividad a la hora de analizar textos extensos, e igualmente facilita un análisis estadístico básico para una posterior interpretación de los resultados.

RESULTADOS

En las siguientes secciones se resumen e interpretan con brevedad aquellos datos que se consideran más significativos. Cada sección de las que siguen se identifica con una de las categorías de contenido anteriormente mencionadas, que a su vez coinciden con la estructura básica de los trabajos.

Ideas principales identificadas en la justificación de los trabajos

Los trabajos realizados constan de un apartado introductorio y justificativo del diseño posterior. En esa especie de síntesis y declaración de intenciones inicial se ha identificados cinco grandes ideas para justificar los talleres. En la justificación destacan aspectos descriptivos de los seres vivos, que se mencionan en el 70% de los trabajos (figura 1). También se menciona con cierta frecuencia el papel de la Educación Primaria en la enseñanza y conservación de la biodiversidad. En menor medida se hace referencia a aspectos como las amenazas que experimenta la diversidad biológica y su importancia. Las ideas menos mencionadas son las cuestiones relacionadas con los aspectos ecosistémicos de los seres vivos.

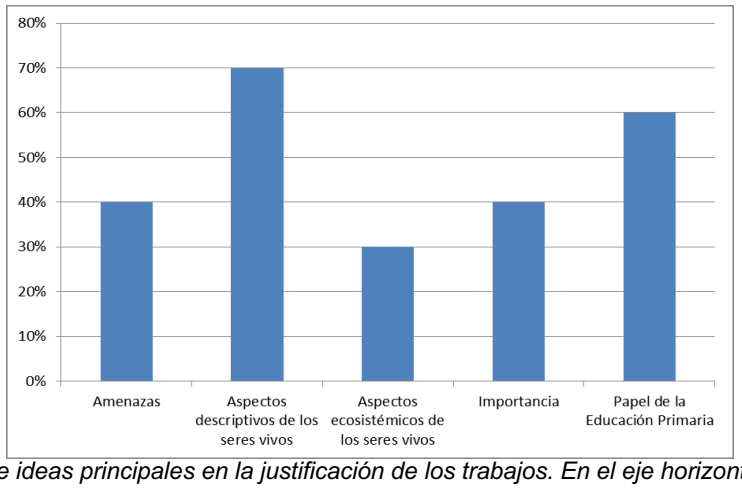


Figura 1. Presencia de ideas principales en la justificación de los trabajos. En el eje horizontal se representan los principales códigos identificados en la Justificación de los trabajos. En el eje vertical se representa la proporción (%) de trabajos en los que aparece cada código.

Ideas principales planteadas en los objetivos de los trabajos

El análisis de contenido muestra, en general, un amplio abanico de objetivos planteados (figura 2). Entre todos destaca el objetivo de "Trabajar de modo cooperativo", un objetivo amplio y no exclusivo de la alfabetización científica y del contenido "Biodiversidad". De los objetivos que podríamos considerar como directamente relacionados con la Biodiversidad, destacan los de conocer tanto las plantas como los animales, así como sus características. Estos objetivos muestran, implícitamente un carácter fundamentalmente descriptivo y conceptual. Por el contrario, sorprende la escasa presencia de objetivos relacionados con el conocimiento del entorno cercano y el estudio de los ecosistemas.

Figura 2. Principales objetivos planteados en los trabajos. En el eje horizontal se representan los principales objetivos codificados en los trabajos. En el eje vertical se representa la proporción (%) de trabajos en los que aparece cada código.

Ideas principales planteadas en los contenidos de los trabajos

Contenidos de tipo conceptual

Los contenidos de tipo conceptual planificados en los talleres pueden agruparse en 6 categorías principales (figura 3). Los contenidos que se planifican en mayor proporción son aquellos relacionados con los aspectos descriptivos de plantas y los animales. En menor medida se planifican contenidos relacionados con los ecosistemas. Por último los contenidos menos abordados son aquellos que se relacionan con las causas y efectos de la pérdida de la biodiversidad, que aquí codificamos en tres categorías: "Especies en peligro de extinción", "La importancia y usos de la biodiversidad" y "Plantas autóctonas y exóticas".

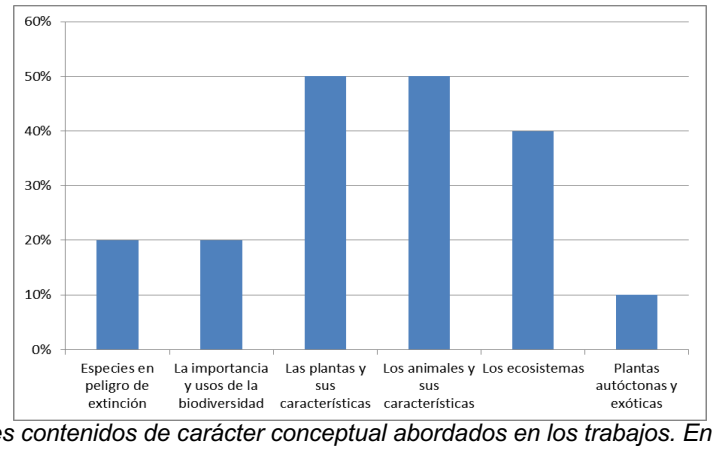


Figura 3. Principales contenidos de carácter conceptual abordados en los trabajos. En el eje horizontal se representan los principales conceptos codificados en los trabajos. En el eje vertical se representa la proporción (%) de trabajos en los que aparece cada código.

Contenidos de tipo procedimental

Entre los contenidos de tipo procedimental planificados en los talleres codificamos cinco categorías principales (figura 4). Entre ellas destacan especialmente el uso de diversos procesos científicos y la aplicación de destrezas relacionadas con la creatividad. Por el contrario, contenidos procedimentales relacionados con la búsqueda de información, trabajo cooperativo y uso de medios tecnológicos, se planifican escasamente. No obstante, como se ha mencionado anteriormente, entre los objetivos destaca el de "Trabajar de modo cooperativo". Además como veremos más adelante en el apartado de Actividades y Recursos, la actividad de "Búsqueda de información" es una de las que aparece con más frecuencia.

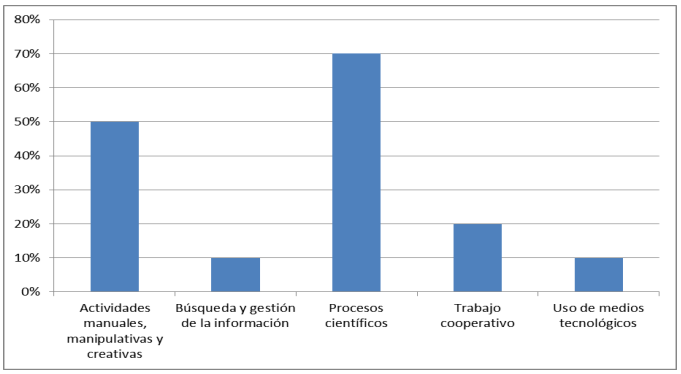


Figura 4. Principales contenidos de carácter procedimental abordados en los trabajos. En el eje horizontal se representan los principales procedimientos codificados en los trabajos. En el eje vertical se representa la proporción (%) de trabajos en los que aparece cada código.

Procesos científicos

Teniendo en cuenta la importancia de los procesos científicos, tanto básicos como integrados, en la formación científica, consideramos conveniente incluir el presente apartado como una ampliación de detalle del apartado anterior, en el que hemos visto que los procesos científicos con ampliamente incluidos entre los contenidos de carácter procedimental.

En los trabajos analizados se observa que los maestros en formación, en sus diseños didácticos, son capaces de utilizar varios procesos científicos (figura 5). Sin embargo dos de estos procesos predominan sobre el resto, hasta el punto de ser utilizados en todos los trabajos. Estos procesos son la observación y la comunicación. Por el contrario, la medición, la experimentación, la interpretación de datos o el planteamiento de hipótesis son procesos escasamente utilizados.

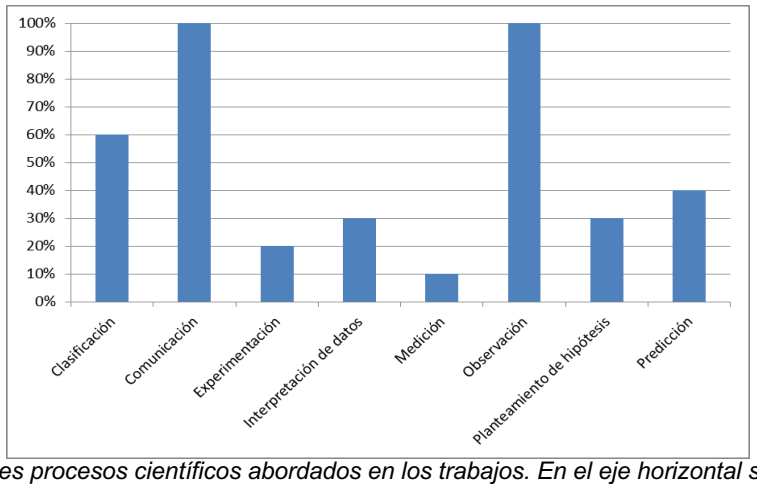


Figura 5. Principales procesos científicos abordados en los trabajos. En el eje horizontal se representan los principales tipos de recursos y actividades identificados en los trabajos. En el eje vertical se representa la proporción (%) de trabajos en los que aparece cada código.

Contenidos de tipo actitudinal

Las diversas ideas planteadas en relación con los contenidos actitudinales promovidos por los trabajos se pueden agrupar en tres fundamentales, que además se presentan con una alta frecuencia (figura 6). El contenido que denominamos "Concienciación y actitud crítica ante las actividades humanas y sus efectos sobre el medio ambiente" está directamente relacionado con la conservación de la biodiversidad. Por otra parte el contenido "Interés por los procesos científicos" tiene un carácter mucho más amplio que el anterior y se relaciona con otros contenidos del área de ciencias. Por último el contenido "Valoración del trabajo propio, tanto individual como grupal" es un contenido también ampliamente trabajado pero no específico del área de ciencias, sino que tiene un carácter plenamente transversal.

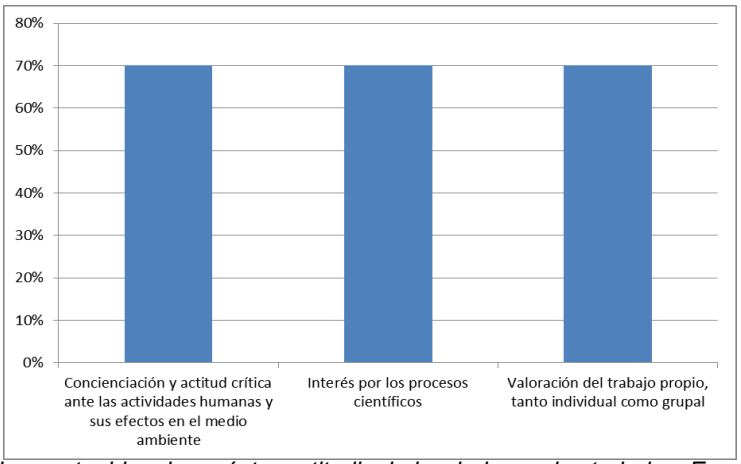


Figura 6. Principales contenidos de carácter actitudinal abordados en los trabajos. En el eje horizontal se representan los principales valores y actitudes codificados en los trabajos. En el eje vertical se representa la proporción (%) de trabajos en los que aparece cada código.

Actividades y recursos planteados de los trabajos

Las actividades y recursos, como herramientas básicas con las que cuenta el profesor para desencadenar los procesos de enseñanza-aprendizaje, muestran una gran variedad en el caso que nos ocupa. Analizados los diez trabajos se pueden identificar hasta 26 tipos de actividades y recursos planificados para llevar a cabo la enseñanza de los contenidos relacionados con la biodiversidad, muchos de los cuales muestran innovación, creatividad y transversalidad con otras áreas de conocimiento. Así, por ejemplo, resulta interesante que se recurra a la gamificación, a las salidas de campo, a la narrativa infantil o al dibujo científico. Sin embargo la frecuencia de los distintos tipos de actividades y recursos resulta dispar (figura 7).

Las actividades que con mayor frecuencia se planifican son la búsqueda de información y la realización de carteles y pósters para comunicar los resultados de las actividades. En la misma alta proporción se recurre a la exposición de contenidos de carácter conceptual por parte del profesor, lo que muestra que los maestros en formación siguen otorgando mucha importancia a las metodologías "tradicionales". En este sentido, conviene destacar la menor presencia entre las actividades propuestas de aquellas que intentan involucrar más directamente a los escolares de Primaria como podrían ser las actividades de gamificación, las salidas de campo, las de elaboración de modelos o las elaboraciones de narraciones breves.

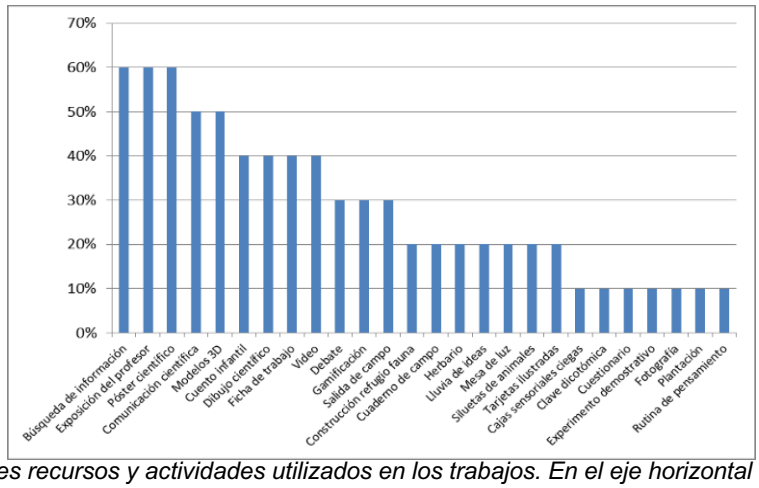


Figura 7. Principales recursos y actividades utilizados en los trabajos. En el eje horizontal se representan los principales tipos de recursos y actividades identificados en los trabajos. En el eje vertical se representa la proporción (%) de trabajos en los que aparece cada código.

CONCLUSIONES

Tras la investigación realizada y los resultados obtenidos gracias al trabajo realizado por el conjunto de los alumnos que componían la asignatura, de Talleres de la Naturaleza. Estos resultados nos han permitido analizar los diversos aspectos de los que se componían este estudio y que son comentados a continuación,

1) Existe un sentido de la responsabilidad y compromiso, por parte del profesorado, con el conocimiento y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo el análisis de contenido muestra que los procesos de enseñanza-aprendizaje aún descansan en buena medida sobre metodologías tradicionales, basadas en los contenidos conceptuales fundamentalmente descriptivos. Por ello es necesario seguir avanzando en aspectos relacionados con los servicios de la biodiversidad y su dimensión axiológica, además de incorporar la dimensión social.
2) Las metodologías de trabajo colaborativo, basadas el enfoques transversales y creativos resultan eficaces en los procesos de formación del profesorado de Educación Primaria, permitiéndoles poner en práctica los conocimientos y destrezas adquiridas a lo largo de su periodo formativo. Esto se pone especialmente de manifiesto, a nuestro juicio, en la amplia variedad de actividades y recursos planificados, aunque no todos se presentan en la misma proporción.
3) Aunque los estudiantes del último curso del Grado en Educación Primaria muestran destreza para planificar las secuencias educativas se observan ciertas inconsistencias o ausencias entre los diferentes apartados del diseño. Así, por ejemplo, resulta llamativo que no en todos los trabajos se justifique la importancia del papel de la escuela en relación con la enseñanza de la biodiversidad. Resulta también en cierto modo contradictorio que en la mayor parte de los trabajos se planifican objetivos relacionados con el trabajo cooperativo, sin embargo en los contenidos de carácter procedimental apenas se explicita esta modalidad de trabajo. Igualmente también resulta destacable, en relación con los procesos científicos propuestos, que en todos los trabajos se promueven la observación y la comunicación, y en una buena parte también se promueva la clasificación. Esto parece apoyar el hecho de que se trabaja la biodiversidad de una forma marcadamente descriptiva. Esto desemboca en un tratamiento simplificado en exceso, fragmentado, centrado en la descripción de los seres vivos, en ocasiones falto de una visión ecosistémica y muchas veces desconectado de la realidad sociocultural (Bermúdez, 2018; Caurín y Martínez, 2013; García y Martínez, 2010; Martínez, y García, 2009; Montañés y Jaén, 2015). Sin embargo, otros procesos científicos aparecen con mucha menor frecuencia, lo que

podría indicar que nuestro profesorado en formación presenta algunas carencias o problemas de comprensión de la verdadera naturaleza de la ciencia y de la construcción del conocimiento científico.

Por último, a la luz de los resultados y conclusiones obtenidas tras el análisis de la realidad en una de nuestras aulas universitarias, y considerando que una de las vías de solución de la actual crisis de biodiversidad pasa por la educación, cabe finalizar planteándose algunos interrogantes y reflexionando sobre las implicaciones didácticas de este trabajo, que involucran tanto a profesorado como a estudiantes: ¿Adquieren nuestros futuros maestros de Primaria la suficiente formación en materia de biodiversidad? ¿Llegan nuestros futuros maestros a conocer la complejidad real del concepto biodiversidad y todo lo que le rodea? ¿Ofrecemos en las Facultades de Educación una formación suficiente en materia de diversidad biológica para que la Escuela Primaria empiece a formar parte de la solución a la crisis de biodiversidad?

REFERENCIAS

Arillo Aranda, M.A., Martín del Pozo, R., & Martín Puig, P. (2015). *Talleres para enseñar Química en Primaria*. Madrid: Universidad Complutense.

Bermúdez, G.M.A. (2018). ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efector de la editorial y año de publicación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15*(1). doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1102

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., ... & Ferrer E.A. (2011). Has the Earth´s sixth mass extinction already arrived? *Nature*, *471*, 51-57. doi:10.1038/nature09678

Borsos, E. (2018). The gamification of elementary school biology: a case study on increasing understanding of plants. *Journal of Biological Education, 53*(5), 492-505. doi:10.1080/00219266.2018.1501407

Calvo Sendín, J.F., Esteve Semal, M.A., & López Bermúdez, F. (2000). *Biodiversidad. Contribución a su conocimiento y conservación en la Región de Murcia*. Murcia: Universidad de Murcia.

Cañal, P., García Carmona, A., & Cruz Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Ediciones Paraninfo.

Caurín Alonso, C., & Martínez Penella, M.J. (2013). Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de texto de segundo ciclo de primaria en la Comunidad Valenciana (España). *Perfiles Educativos*, *34*(141), 97-114. doi: 10.1016/S0185-2698(13)71837-3

Ceballos, G., & Ehrlich, P.R. (2018). The misunderstood sixth mass extintion. *Science*, *360*(6393). doi:10.1126/science.aau0191

Cortés Gracia, A.L., Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J.M., Martínez Peña, M.B., & Gil Quílez, (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las Ciencias en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *39*(3), 155-176.

Domínguez Lozano, F. (2019). ¿Qué sabes sobre biodiversidad? Preguntas y respuestas en torno a la Biología de la Conservación. Madrid: MundiPrensa.

Csikar, E., & Stefanik, J.E. (2018). The utility of storytelling strategies in the biology classroom. *Contemporary Educational Technology*, *9*(1), 42-60. Retirado de https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1166452.pdf

García Gómez, J., & Martínez Bernat, F.J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, *28*(2), 175-184. doi:10.5565/rev/ec/v28n2.212.

Girardello, M., Santangeli, A., Mori, E., Chapman, A., Fattorini, S., Naidoo, R., Bertolino, S., & Svenning, J.C. (2019). Global synergies and trade-offs between multiple dimensions of biodiversity and ecosystem services. *Nature Scientific Reports*, *9*(5636), doi:10.1038/s41598-019-41342-7

Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., & Delacruz, G. (2017). Co-Measure: developing an assessment for student collaboration in STEAM activities. *Journal of STEM Education*, *4*(26), 1-12. doi:10.1186/s40594-017-0094-z

Krippendorff, K. (2004). *Content Analysis. An Introduction to Its Methodology (2 ed.).* Thousand Oaks/London/New Delhi: SAGE Publications International Educational and Professional Publisher.

López, V., & Domènech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Ludus Sciencia*, *2*(1), 34-44. doi:10.30691/relus.v2i1.1059.

Martínez Bernat, F.J., & García Gómez, J. (2009). Análisis del tratamiento didáctico de la biodiversidad en los libros de texto de Biología y Geología en Secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, *23*, 109-122. doi:10.7203/dces..2410

Montañés Bayonas, S., & Jaén García, M. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3º de la eso? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12*(1), 130-148. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.09

ONU. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Retirado de https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf.

ONU. (2019). *Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented'; Species Extinction Rates 'Accelerating'*. Retirado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/05/nature-decline-unprecedented-report/.

Pimm, S.L., & Raven, P. (2000). Extinction by numbers. *Nature*, *403*, 843-845. doi:10.1038/35002708 DO.

Primack, R.B., & Ros, J. (2002). *Introducción a la biología de la conservación*. Barcelona: Ariel Ciencia.

Refoyo, P., Muñoz, B., Polo, I., Olmedo, C., & Requero, A. (2013). El hombre como factor de extinción biológica. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, *10*, 95-104. Retirado de http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/194.pdf.

Rivero García, A., Martín del Pozo, R., Solís Ramírez, E., & Porlán Ariza, R. (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Editorial Síntesis.

Robles, A., Solbes, J., Cantó, J.R., & Lozano, O.R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *14*(3), 361-376.

Rocard, M., Hemmo, V., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., & Wallberg-Henriksson, H. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruselas: Comisión Europea.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Stuart III Chapin, F., Lambin, E., … & Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, *14*(2). Retirado de http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/

Rodriguez, G., Gil, J., & García, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.

Rodríguez Martínez, J. (2013). *Ecología*. Madrid: Pirámide.

Sanmartí, N. Burgoa, B., & Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *67*, 62-69.

Singh, J.S. (2017). Environment: a futuristic review. *Current Science*, *113*(2),210-217. doi:10.18520/cs/v113/i02/210-217.

Tellería, J.L. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de especies. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, *10*, 13-25. Retirado de http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/189.pdf.

Tollefson, J. (2019). Humans are driving one million species to extinction. *Nature, International Journal of Science*, *569*, 171. doi:10.1038/d41586-019-01448-4

Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la Universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, *16*(2), 25-43. doi:10.14516/fde.2015.013.019.008

Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2013). Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Necesidad de una mayor vinculación. *Tecné Espisteme y Didaxis TED*, *34*, 15-27.

Zalasiewicz, I., Williams, M., Steffen, W., & Crutzen, P. (2010). The New World of the Anthropocene. Environmental Science and Technology, *44*(7), 2228-2231. doi:10.1021/es903118j

INTRODUÇÃO DA MICROBIOLOGIA NO QUOTIDIANO DE CRIANÇAS DO ENSINO BÁSICO. ENSINAR DE FORMA DINÂMICA E CONTEXTUALIZADA

Maria Céu Lamas[1], Carla do Lago[2]

[1]Escola Superior Saúde– Instituto Politécnico do Porto; Centro de Investigação em Saúde e Ambiente (CISA, P. Porto) (PORTUGAL); Instituto Ciências Biomédicas Abel Salazar-UP (PORTUGAL
[2]Escola EB1/JI Pícua, do Agrupamento de Escolas de Águas Santas, Maia (PORTUGAL)
mcl@ess.ipp.pt

Resumo

O ensino sobre microrganismos no 1º ciclo do Ensino Básico é bastante desafiador e premente. Considerando a evolução científica e tecnológica, com aplicação ampla e diversificada no quotidianos das pessoas, é urgente incluir nos currículos o Ensino das ciências em sentido lato, e da microbiologia em particular, nos primeiros anos de escolaridade, com recurso a atividades experimentais. Tal, permite a construção de conceções mais próximas da realidade mais cedo. Vários estudos referem a capacidade de apredizagem sobre microrganismos demonstrada pelas crianças nesta faixa etária. Por outro lado, salienta-se a importância de perceberem que as temáticas abordadas em sala de aula e o conhecimento decorrente da realização de atividades experimentais são passíveis de aplicação no quotidiano.

O objetivo da implementação destas sessões de atividades, não só possibilitou a aquisição de conhecimento numa temática pouco explorada neste ciclo de ensino, como pretendeu consciencializar as crianças desta faixa etária para uma prática regular e sistemática da lavagem das mãos. A necessidade de criar um compromisso de forma participada, informada e responsável levou a uma fidelização de hábitos de higiene, a curto médio prazo.

As atividades foram aplicadas a uma turma do 2º ano de escolaridade de uma Escola do Ensino Básico do Agrupamento de Escolas de Águas Santas, Maia. A questão-problema "Porquê lavar as mãos?" deu início à implementação do projeto que privilegiou as conceções expressas pelos alunos. O procedimento experimental foi monitorizado, baseado em diferentes etapas com o confronto entre os resultados previstos e os esperados, culminando com uma reflexão conjunta e respetivo registo das conclusões.

Salienta-se a adesão entusiasta dos estudantes ao longo de toda a atividade. Os resultados obtidos foram ao encontro das previsões dos estudantes. Foi clara a evidência de que após lavagem das mãos, a quantidade de colónias (microrganismos) era menor, exceto num grupo que não apresentava diferenças significativas. Perante os resultados e o enquadramento teórico, os estudantes consolidaram noções corretas sobre o tema. A lavagem das mãos associada à observação macro e microscópica de microrganismos, permitiu ao aluno construir uma visão real do mundo que o rodeia.

Palavras-chave: Ensino básico; Ensino experimental; Microbiologia; Microrganismos.

INTRODUÇÃO

A relevância dos microrganismos na biosfera e as suas diversas e crescentes aplicações classifica-os como um conteúdo essencial para as crianças em idade escolar (Ruiz-Gallardo, Cruz, & Paños, 2018). Contudo, o ensino sobre microrganismos, independentemente do fascínio e da relevância que possa suscitar, é quase sempre abordado no 1º ciclo do Ensino básico de forma teórica, abstrata e descontextualizada. O que torna o seu ensino pouco compreensível e incapaz de romper as conceções pré-formadas (Barberán, Hammer, Madden, & Fierer, 2016; Jacobucci & Jacobucci, 2009). É normal o Homem construir modelos mentais para entender o mundo ao seu redor. Mas se essas construções colidirem com o conhecimento científico aceite, são equívocos e funcionam como uma barreira à aprendizagem bem-sucedida da ciência (Allen, 2010, pp.26-29). Segundo Moresco e colaboradores (Moresco et al., 2017), o ensino da ciência precisa urgentemente de renovação, principalmente para que os estudantes direcionem o tempo em que permanecem na escola para aquisição de conhecimentos necessários a uma inserção participativa na sociedade. Os futuros desafios ambientais exigirão que todos os cidadãos tenham uma imagem mais completa do mundo natural, com toda a complexidade, interconectividade e grau de incerteza (Barberán et al., 2016).

Nesta perspetiva deverá ser objetivo do professor motivar e promover nos estudantes, desde o primeiro ciclo, o interesse pela ciência e o desenvolvimento da atitude científica para que possam entender melhor o mundo que os rodeia e resolver os problemas do quotidiano (Cobos & Ruz, 2014; De Marinis, 2008, pp.21-27; Pro, 2012). Já em 2011, Byrne, defendia que um currículo adaptado às características da sociedade atual devia incluir o estudo de microrganismos e respetiva influência no quotidiano dos alunos, no intuito de tomada de decisões adequadas no presente e no futuro. No entanto, estudos posteriores desenvolvidos na Índia (Vijapurkar & Konde, 2014) e em Portugal (Mafra, Lima, & Carvalho, 2015), ainda revelam que os currículos tratam essa questão de forma inadequada com carência de um conteúdo específico sobre microorganismos.

A inclusão dos microrganismos (ecologia microbiana) na educação, ajuda à consciencilização da complexidade da natureza, incluindo os ecossistemas microbianos individuais e o nosso lugar no ecossistema mais amplo (Barberán et al., 2016). Partindo desta premissa e atendendo a que o programa do 1.º ciclo, num dos seus objetivos gerais, preconiza o desenvolvimento de uma atitude de permanente pesquisa e experimentação. Por outro lado, no bloco "A saúde do seu corpo" aponta para o conhecimento e aplicação de normas de higiene do corpo (hábitos de higiene diária) (DGE, 2004). Os conteúdos expressos nos manuais escolares do 1.º e 2.º anos de escolaridade do CEB não justificam a necessidade de as crianças adotarem estes hábitos de higiene que devem ser adquiridos, o mais precocemente possível, para que os assumam como uma rotina sistemática ao longo da vida. Neste contexto, a lavagem das mãos deve ser um comportamento aprendido e devidamente fundamentado: porquê, quando e como lavar as mãos. Salientamos o papel da escola não só o de proporcionar climas de aprendizagem para a formação de cidadãos conscientes e atentos a estas questões, como para erradicar algumas das conceções alternativas que alguns estudantes do 1.º ciclo apresentam acerca destas e outras questões (Mafra et al., 2015), tal como a noção sobre a visão morfológica dos microrganismos afastada da realidade, idealizando-os com semelhanças a animais (Byrne & Sharp, 2006; Byrne, 2011; Mafra & Lima, 2012). Existem evidências de que as crianças são capazes de aprender sobre microrganismos nesta faixa etária (Byrne & Sharp, 2006; Byrne, 2011; Mafra & Lima, 2012), sendo desejável que aconteça o mais cedo possível, evitando mudanças concetuais tardias que dificilmente se reconstroem na íntegra (Byrne, 2011). Segundo alguns autores (Cobos & Ruz, 2014; Pro, 2012) as crianças devem percecionar que o conhecimento apreendido na sala de aula é passível de ser aplicado no seu dia-a-dia. O ensino experimental permite, não só uma transferência de informação ao contribuir para um melhor conhecimento do mundo que a rodeia, como a aplicação de aprendizagens transversais ao currículo. O recurso a esta prática favorece um clima de liberdade de comunicação estimulando o diálogo, a discussão de ideias, a interpretação crítica das observações e resultados, devidamente justificados. Permite ainda a estruturação do pensamento e a apreensão de novos vocábulos (Harlen, 2007; Varela, 2009). Nesta perspetiva, deverá ser objetivo do professor providenciar alguns contributos para uma atividade docente mais enriquecedora e participada. Assim, pretendeu-se mostrar a importância da higienização das mãos com recurso a métodos análogos aos do processo científico (IGC, 2016), nomeadamente, amostragem, sementeira e microscopia, permitindo romper com conceitos ainda vigentes, direta ou indiretamente relacionados com a temática. Assim, surgiu o convite a uma Encarregada de Educação (E.E.), na qualidade de professora de microbiologia, para potenciar uma experiência colaborativa com a professora titular de turma, enquanto orientadora de metodologias e apoio monitorizado, o que vai de encontro ao preconizado por Mafra & Lima (2012).

Com a atividade pretendeu-se demonstrar que, naturalmente, as nossas mãos contêm microrganismos. Alguns, porque fazem parte de nós e, outros, por transferência/contacto com outros locais. Na realidade, as mãos são a parte do nosso corpo que está mais exposta e que mais contacta com o meio que nos rodeia, assumindo-se como uma importante fonte de transmissão de microrganismos. No entanto, com hábitos de higiene adequados, podemos minimizar a sua permanência. Partindo do pressuposto que a maioria é inofensiva, mas que outros podem ser patogénicos, a lavagem das mãos (com água e sabão) é a forma mais simplificada de quebrar o elo na cadeia de transmissão da infeção, de autoproteção e proteção de terceiros (CDC, 2018). É, pois, imperativo que as crianças tenham conhecimento da importância e dos benefícios de lavar corretamente as mãos (Snow, White, & Kim, 2008), rompendo com o conceito de que é uma atitude decorrente de normas ou boas práticas ou condutas corretas (Mafra et al., 2015). Incentivá-las, com o devido conhecimento, a lavar as mãos corretamente e nos momentos certos vai, com certeza, ajudá-las a fidelizar este hábito de higiene.

Com a presente atividade pretendeu-se motivar os alunos para a realização de atividades experimentais; explicar o conceito de microrganismo. reforçar a importância da higienização das mãos

e, a curto prazo, fidelizar o hábito diário da lavagem das mãos em momentos considerados convenientes.

METODOLOGIA

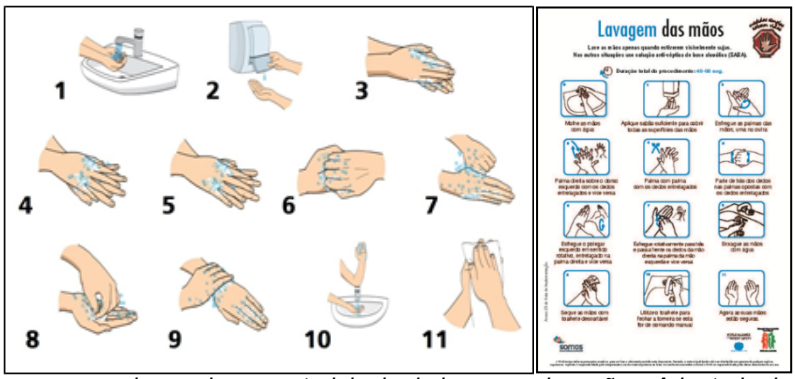
As atividades foram desenvolvidas pela totalidade dos 26 estudantes da uma turma do 2.º ano de escolaridade da Escola EB1/JI Pícua, do Agrupamento de Escolas de Águas Santas, Maia. A idade dos estudantes distribui-se entre os 7 e os 8 anos, sendo 54% (14) rapazes e 46% (12) raparigas.

A introdução a esta temática partiu da questão-problema "Lavagem das mãos: Porquê, quando, como?". A partir daqui, e de forma gradual e interativa, foram apresentados com recurso ao *powerpoint* e quadro interativo os conteúdos teóricos (da responsabilidade das autoras) considerados mais pertinentes e relacionados com a temática a explorar, nomeadamente:

- A razão pela qual devemos lavar as mãos ("*Lavamos as mãos quando estão sujas, … para não ficarmos doentes, … antes de comer, …").*
- O que são microrganismos e onde se encontram? *("São bichos… que não vemos, são germes… são micróbios").* Qual a sua função? (*"provocam doenças, … ficamos doentes").*
- Em que momentos devemos lavar as mãos? ("*Depois de mexermos na terra, quando vamos à horta, … depois de jogar à bola.").*
- Qual a forma mais eficiente de lavar as mãos? (*"Com água e sabão, … esfregando as mãos com água e sabão".).*

Perante as respostas dadas pelo grupo-turma pudemos constatar que estes estudantes traziam algumas conceções alternativas erradas e/ou menos consistentes que teriam de ser esclarecidas e aprofundadas. O levantamento destas questões potenciou o esclarecimento de que as mãos são, muitas das vezes, responsáveis pela contaminação de objetos e alimentos, podendo causar doenças quando em contato com outras partes do nosso corpo. Assim, este hábito de higiene - lavagem das mãos - é uma forma de os retirar e prevenir infeções em nós e nos outros (CDC, 2018). Estava criado o momento para adicionar informação importante e desconhecida até então, para este grupo de estudantes: a existência de microrganismos "amigos" dos seres humanos, na medida em que precisamos deles no equilíbrio do nosso organismo. Quando os estudantes questionaram sobre como seria isso possível, surgiu a necessidade de dar alguns exemplos: "existem microrganismos que facilitam a digestão, outros há que participam na produção de vitaminas, outros ainda impedem o desenvolvimento de microrganismos considerados perigosos (patogénicos) (Pádua, 2009). Não descurando o seu contributo benéfico noutras áreas – saúde (produção de substâncias consideradas antibióticos, produção de vacinas); meio ambiente (tratamento de resíduos, nomeadamente nas Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)); indústria (produção de alimentos, como o pão, iogurtes, queijo, vinho, cerveja, vinagre, entre outros).

Com esta consciência bem presente lançou-se a questão à turma: "Q*uem pode afirmar EU SEI LAVAR AS MÃOS?!"* à qual todos levantaram o dedo, afirmativamente. À pergunta subsequente "*E será que fazem corretamente?!"*, a maioria respondeu novamente que sim. Solicitou-se a respetiva exemplificação. Constatando que nenhum aluno procedia corretamente, houve necessidade de exibir um cartaz, em formato digital (fig.1), com imagens sequencias para que os estudantes pudessem reproduzir esses mesmos passos.



Figuras 1. Cartazes expressivos sobre a metodologia de lavagem das mãos. Adaptado de Sintimex, 2017. Disponível em https://www.sintimex.pt/pt/a-importancia-de-lavar-as-maos; Direção Geral da Saúde, 2013. Disponível em https://www.dgs.pt/ficheiros-de-upload-2013/lavagem-das-maos-png.aspx

Após esta exemplificação, reproduzindo os gestos tal como surgiam no cartaz, e como as autoras faziam, os estudantes tomaram consciência de zonas que são esquecidas aquando de uma lavagem incorreta das mãos (projeção da fig.2). Salientou-se de imediato que, na maioria das vezes e a olho nu, não há evidência da presença de microrganismos nas mãos, embora eles estejam presentes.

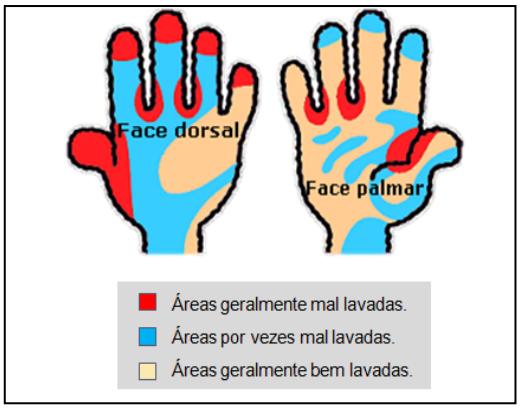
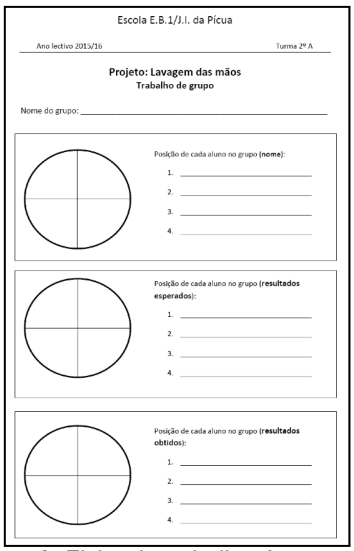


Figura 2. Lavagem insuficiente das mãos. Adaptado de Taylor, L. (1978). Na evaluation of handwashing techniques-1, Nursing Times, 12 Jan, pp 54-55.

No seguimento desta conversa, dividiram-se os estudantes em grupos de quatro elementos, aos quais se entregou uma ficha de trabalho/guião (fig.3, à esquerda), assim como os materiais necessários ao seu desenvolvimento: uma placa de meio de cultura (gelose de sangue) e quatro zaragatoas. Acrescentou-se ainda que apenas um dos elementos do grupo iria lavar as mãos.

Novamente foi colocada uma questão: "*Por que razão vamos realizar esta atividade experimental?"* Sabendo que a atividade pretende demonstrar as diferenças entre presença de microrganismos nas mãos antes e depois da sua lavagem, esperavam-se as respostas: *"Para saber se as mãos têm micróbios", … "Se está bem lavado", … "Porque o menino que vai lavar as mãos não tem micróbios".* Procedeu-se à explicação da função de cada material, sequência das tarefas e preenchimento da ficha.

Cada grupo escolheu uma letra de A a G para denominar o grupo de trabalho. As designações dos grupos, de acordo com a letra escolhida, foram: Amigos, Bando, Corajosos, Deliciosos, Especiais, Fantásticos e Grandes. Aproveitou-se o momento para explicitar regularidades no funcionamento da língua (identificar nomes), assim como as diferentes caraterísticas de cada um (DGE, 2015a). Com marcador de acetato, cada placa foi identificada com a letra do grupo correspondente e dividida em quatro partes (conforme fig.3, à direita), sendo que cada parte correspondia à sementeira de um aluno. Novamente foi criado um momento de articulação com outra disciplina – a Matemática – ao evocar os números racionais (noção de metade, a terça e a quarta parte) (DGE, 2015b).


Escola E.B.1/J.I. da Pícua

Ano lectivo 2015/16 Turma 2º A

Projeto: Lavagem das mãos
Trabalho de grupo

Nome do grupo: _____

Posição de cada aluno no grupo (**nome**):
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Posição de cada aluno no grupo (**resultados esperados**):
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Posição de cada aluno no grupo (**resultados obtidos**):
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Figura 3. Ficha de trabalho, à esquerda; divisão e sementeira do meio de cultura, à direita.

Cada grupo decidiu qual o único elemento que iria lavar as mãos. Procederam ao registo das suas posições e do colega que lavou as mãos sob orientação da professora titular da turma.

Como o método selecionado foi o da amostragem por zaragatoa (fig. 4), a E.E. explicou e demonstrou o processo por grupo. Cada estudante retirou a zaragatoa da embalagem e passou-a na mão do respetivo colega (dorso, palma, espaços interdigitais e por baixo das unhas), uma vez que foram previamente alertados para as zonas com maior presença de microrganismos.

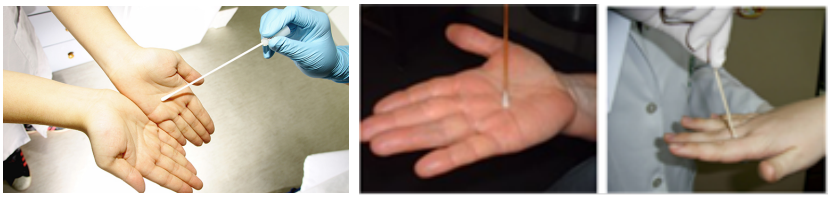


Figura 4. Amostragem por zaragatoa (Adaptado de Coelho, 2012). Disponível em http://nohorizontedasaudeambiental.blogspot.com/2012/04/; World Food Innovations. Surface hygiene monitoring using ATP and bioluminescence. Disponível em https://www.worldfoodinnovations.com/innovation/surfacehygiene-monitoring-using-atp-amp-bioluminescence

Procedeu-se à sementeira, em forma de zig-zag no local correspondente, de acordo com as instruções previamente explicadas e a figura projetada no quadro (fig. 4). Concluídas as sementeiras nos meios de cultura, a E.E. retirou as placas para irem incubar a 37ºC, em local próprio para o efeito – estufa de incubação, e os estudantes foram lavar as mãos. Todas as etapas foram realizadas segundo as boas práticas em segurança microbiológica (IGC, 2016; MS, 2016).

No momento seguinte, cada aluno fez uma previsão dos resultados esperados e, em cada espaço, escreveu o resultado expectável de crescimento de colónias – muitos microrganismos/poucos, microrganismos (fig. 5).

Após o período de incubação, as placas foram fotografadas e inseridas no *PowerPoint* de apoio à atividade. Dois dias depois, as placas – devidamente seladas – foram distribuídas pelos respetivos grupos. Os estudantes observaram os seus resultados e os dos colegas, porque foram projetadas as fotografias das placas de cada grupo, para que todos pudessem visualizar os resultados obtidos e refletir sobre eles. Após a observação dos resultados, procederam à lavagem das mãos. Foi-lhes solicitado o preenchimento do quadro relativo aos resultados obtidos (fig. 3, à esquerda).

Atendendo a que os microrganismos só podem ser visualizados individualmente, com o auxílio da microscopia, recorreu-se ao microscópio ótico para que os estudantes pudessem observar dois tipos de bactérias, diferentes em tamanho e forma. Para o efeito, visualizaram dois esfregaços bacterianos corados pelo método de Gram (1-cocos, 2-bacilos) e uma preparação a fresco de bactérias (3- bactérias móveis). Todas as preparações foram colocadas no microscópio pela E.E., para que os estudantes apenas as visualizassem, sem qualquer contacto com as mesmas. Foi pedido que cada aluno, na sua ficha de trabalho (fig. 5), desenhasse o que observou.

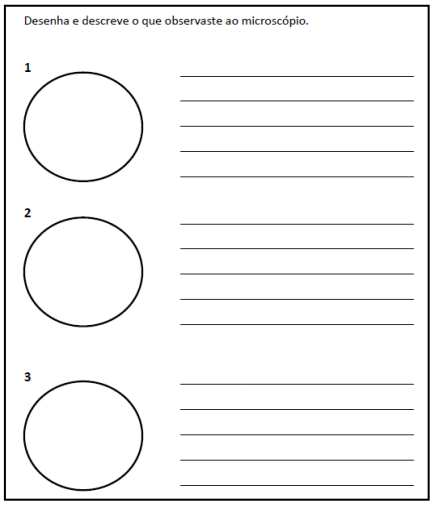


Figura 5. Registo das observações microscópicas.

RESULTADOS

A totalidade dos estudantes registou as suas previsões conforme se exemplifica (fig. 6).

Todos os grupos, à exceção do grupo F - "Fantásticos", apresentaram os resultados esperados, ou seja, maior crescimento microbiano nos quadrantes correspondentes às mãos não lavadas.

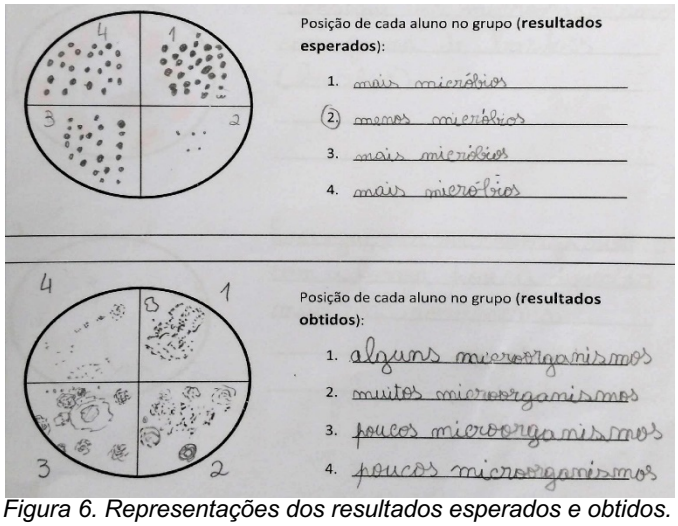


Figura 6. Representações dos resultados esperados e obtidos.

Os resultados foram ao encontro das previsões dos estudantes – menos microrganismos nas posições dos que lavaram as mãos. Efetivamente existia uma clara evidência de que, após lavagem das mãos, a quantidade de colónias era menor (representado na fig. 7). No entanto, o grupo F não apresentava diferenças significativas entre o que tinha lavado as mãos e os restantes elementos do grupo. No seguimento da aula questionou-se dois aspetos: onde tinham ido almoçar e se tinham lavado as mãos antes de regressarem à escola. Os estudantes responderam que tinham ido almoçar a casa e que tinham lavado as mãos antes de saírem de casa. Esta situação consciencializou os estudantes sobre a necessidade de uma eficaz higienização das mãos, quando executada de uma forma regular e sistemática.

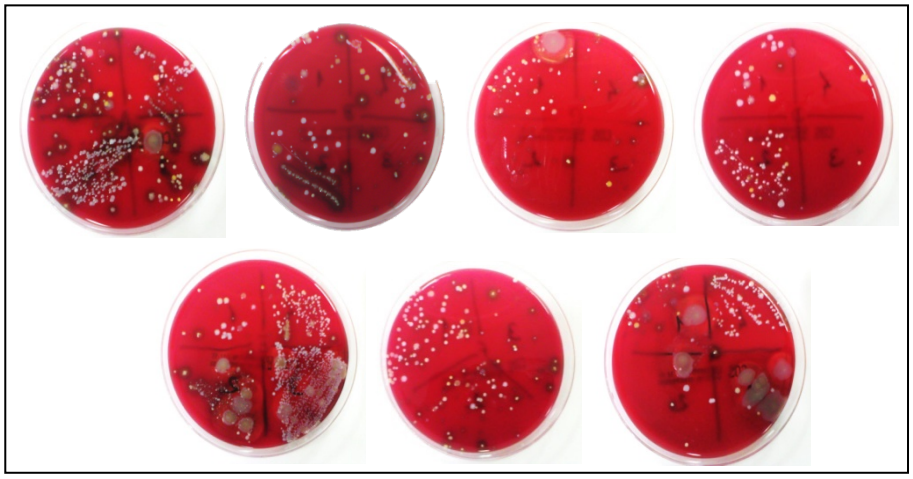


Figura 7. Resultados culturais dos grupos.

Finalizada esta etapa, procedeu-se à visualização microscópica das preparações bacterianas dos estudantes, que ficaram em incubação durante 48 horas (período que possibilitou um crescimento notório dos microrganismos).

Conforme as observações microscópicas, procediam ao respetivo registo, que, a título de exemplo, se apresenta na fig.10, em ficha previamente elaborada para o efeito (cf fig.10 a), b) e c)).

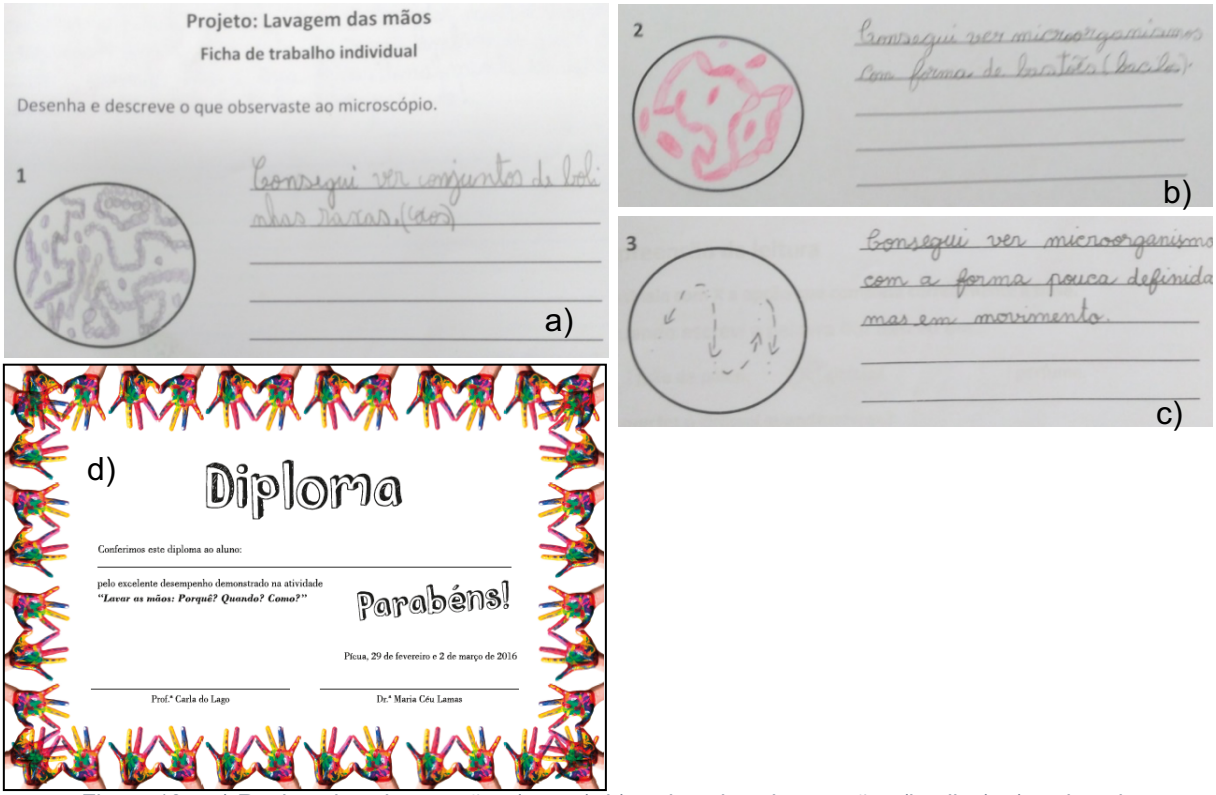


Figura 10 – a) Registo das observações (cocos); b) registo das observações (bacilos); c) registo das observações a fresco; d) Diploma atribuído. Fonte: das próprias autoras.

Esta atividade culminou com a atribuição de um diploma aos estudantes, uma vez que todos explicaram, devidamente, a importância de uma eficaz higienização das mãos (fig.10 d)).

CONCLUSÕES

A vontade de sair de um sistema de ensino, muitas vezes demasiado preso a um currículo, pouco disponível a experimentações, impulsionou a projeção desta atividade. No decorrer da mesma foi curioso observar o entusiasmo dos estudantes, o seu envolvimento e comprometimento com as tarefas que lhes foram sugeridas, decorrentes das diferentes situações de aprendizagem propostas.

Tal como outros autores (Byrne & Sharp, 2006; Leporo & Dominguez, 2009; Mafra & Lima, 2012, Mafra, Lima, & Carvalho, 2013), também nós consideramos que os estudantes tinham a conceção de que os micróbios são seres causadores de doenças e que não trazem benefícios para as pessoas. Esta noção ficou bem clara face à questão "Porquê lavar as mãos?" ao qual os estudantes responderam prontamente: Para não ficarmos doentes". Estas atividades experimentais permitiram observar o crescimento de microrganismos a partir de mãos não lavadas e de mãos lavadas, revelando-se eficaz ao consolidar noções corretas. A higienização das mãos associada à observação macro e microscópica de microrganismos é uma combinação que permitiu ao aluno construir uma visão real do mundo que o rodeia. A lavagem das mãos deixou de ser percecionada como obrigatoriedade, enquanto hábito de higiene, passando a ser entendida como uma forma de eliminar microrganismos potencialmente patogénicos.

Esta atividade proporcionou momentos de articulação com outras disciplinas, nomeadamente a abordagem aos números racionais não negativos (metade, terça parte e quarta parte); o desenvolvimento nos domínios da oralidade (ao usar o vocabulário adequado ao tema/situação); da leitura e da escrita (ao proporcionar a leitura de enunciados/instruções e na apropriação de novos vocábulos); assim como da gramática (na identificação de nomes próprios/comuns). Acresce ainda o estímulo às capacidades de expressão e representação gráficas (DGE, 2015a; DGE, 2015b).

Pelas questões que foram colocadas no início e, novamente, no final da atividade "Porquê? Quando? Como lavar as mãos?" constatou-se que o grupo de estudantes respondeu numa fase final de forma mais assertiva, demonstrando uma mudança na tomada de consciência: "Lavamos as mãos porque

têm micróbios"; para evitar ficarmos doentes"; "para não transmitir os micróbios"… e ainda "Devemos lavar as mãos quando estão sujas"; "antes e depois de comer"… "depois de ir à casa de banho e de brincar no recreio"…"depois de tossir para as mãos"…"depois de tocar em animais"… e à última questão responderam: "Lavar as mãos com água e sabão como tem no cartaz"… Ficou claro que, apesar dos microrganismos serem seres microscópicos, a sua existência pode ser observada a olho nu, quando crescem formando colónias (conforme o crescimento observado nos diferentes meios de cultura da atividade experimental). Por outro lado, perspetiva-se que esta tomada de consciência fidelize hábitos diários de higienização das mãos, uma vez que se observou uma alteração de comportamento na procura de uma constante e correta higienização das mãos.

Em jeito de conclusão, poder-se-á generalizar que a atividade foi bem aceite por todos os estudantes uma vez que se mostraram entusiasmados ao longo da mesma. Nesta atividade visualizaram não só o crescimento de microrganismos originários das suas mãos, como diferentes formas de bactérias e respetivo movimento, ao microscópio ótico. Isto possibilitou o rompimento com as conceções alternativas ainda vigentes sobre microrganismos e entenderem a importância da higienização das mãos, em particular, e dos hábitos de higiene, em geral. Tal como alguns autores (Leporo & Dominguez, 2009; Mafra, 2012), também nós consideramos que este tipo de atividade pode e deve ser experienciado por professores do 1.º ciclo, uma vez que se revelou eficaz e exequível. Os professores, enquanto elementos essenciais do processo de Ensino-aprendizagem, devem envolver os estudantes na aprendizagem da ciência num enfoque mais real e útil. Por outro lado, devem alertar para que os conteúdos expressos nos manuais escolares sejam mais adaptados aos diversos contextos reais, evitando o recurso ao antropoformismo. Segundo alguns autores (Ruiz-Gallardo et al., 2018; Barberán et al., 2016;) a maneira de reduzir a distância entre o conhecimento fundamental adquirido e o conhecimento científico exigido nas sociedades atuais, poderia ser abordada com mais facilidade, ao incluir simultaneamente atividades, recursos ou representações mais ajustadas às necessidades quotidianas e como tal, reais.

No contexto da experiência aqui relatada, e tendendo às mudanças de atitude em curto espaço de tempo, no que respeita à higienização das mãos, fundamentalmente pelo reconhecimento da sua importância, perspetiva-se que as mesmas se disseminem e perpetuem no tempo, na medida em que a literacia científica destes estudantes aumentou.

REFERÊNCIAS

Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. New York: McGraw-Hill Open University Press.

Barberán, A., Hammer, T. J., Madden, A. A., & Fierer, N. (2016). Microbes Should Be Central to Ecological Education and Outreach. *Journal of microbiology & biology education*, *17*(1), 23–28. doi:10.1128/jmbe.v17i1.984

Byrne, J., & Sharp, J. (2006). Children's ideas about microorganisms. *School science review*, *88* (322), 71-79.

Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, *1*, 1-35. doi:10.1080/09500693.2010.536999

Cobos, T.L., & Ruz, T.P. (2014). La contaminación atmosférica: un contexto para ell desarollo de competências en el aula de secundária. *Enseñanza de las Ciencias*, *32* (1), 1-18.

Coelho, J. (2012, 19 de abril). Amostragem. [Web blog message]. Retrieved from http://nohorizontedasaudeambiental.blogspot.com/2012/04/

De Marinis, S. (coord.) (2008). *Ciencias Naturales. Los microorganismos. Tercer ciclo de la escuela primaria. Páginas para el alumno*. Buenos Aires: Ministerio de Educación.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention (2018). *Handwashing: clean hands save lives*. Retrieved from http://www.cdc.gov/handwashing/

DGE - Direção Geral de Educação (2004). *Organização Curricular e Programas. 1º Ciclo do Ensino Básico.* Lisboa, Ministério da Educação e Ciência, 4ª edição. Retirado de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Metas/Portugues/pmcpeb_julho_2015.pdf

DGE - Direção Geral de Educação (2015a). P*rogramas e Metas Curriculares de Português do Ensino Básico.* Lisboa, Ministério da Educação e Ciência. Retirado de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Metas/Portugues/pmcpeb_julho_2015.pdf

DGE - Direção Geral de Educação (2015b). P*rogramas e Metas Curriculares de Matemática do Ensino Básico.* Lisboa, Ministério da Educação e Ciência. Retirado de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Metas/Matematica/programa_matematica_basico.pdf

Direção Geral da Saúde. (2013). *Lavagem das mãos.* Retirado de https://www.dgs.pt/ficheiros-de-upload-2013/lavagem-das-maos-png.aspx

Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciências*. (2 ed). Madrid: Ediciones Morata.

IGC - Instituto Gulbenkian de Ciência (2016). *Mãos Limpas, Corpo Saudável! Guia do Professor*. Retirado de http://ce3.igc.gulbenkian.pt/wp-content/uploads/2016/01/Maos-Limpas-Corpo-Saudavel-ce3.pdf

Jacobucci, D.F., & Jacobucci, G.B. (2009). Open the test tube: what do we know about research on science communication and the teaching of microbiology in Brazil? *Journal of Science Communication*, *8*(2), 1-8. doi:10.22323/2.08020202

Leporo, N., & Dominguez, C. (2009). Micróbios na Educação Infantil: o que as crianças pequenas pensam sobre os microrganismos. In E. Mortimer (coord.) *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências*. Retirado de http://docplayer.com.br/5910827

Mafra, P., & Lima, N. (2012). Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico – Representações nos programas curriculares e manuais escolares. Portuguese Society for Microbiology Maganize. Retirado de https://tinyurl.com/w37xvwl

Mafra, P., Lima, N., & Carvalho, G. (2013). Microrganismos e Saúde no 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico – Perceções das Crianças. In *Livro de atas do IX Seminário Internacional de Educação Física, Lazer e Saúde*. Retirado de https://tinyurl.com/sr9vsw3

Mafra, P., Lima, N., & Carvalho, G. (2015). Microbiologia no 1º Ciclo do Ensino Básico: Uma proposta de atividade experimental sobre a higiene das mãos. In *Livro de atas do XI Seminário Internacional de Educação Física, Lazer e Saúde,* (pp. 500-507). Retirado de https://tinyurl.com/wyvu62o

MS - Microbiology Society (2016). *Practical Microbiology for Secondary Schools*. London: John Grainger & Janet Hurst Ed. Retirado de https://tinyurl.com/t5ymq92

Moresco, T.R., Carvalho, M.S., Klein, V., Lima, A.S., Barbosa, N.V., & Rocha, J.B. (2017). Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. *16*(3), 435-457.

Pádua, M. (2009). Relações entre o hospedeiro animal e a bactéria. In *Patologia Clínica para Técnicos. Bacteriologia* (pp. 59-61). Loures: Lusociência, Ed. Técnicas e Científicas, Lda.

Pro, A. (2012). Los cuidadanos necessitan connocimientos de ciências para dar respuestas a los problemas de su contexto. In E. Pedrinaci, (coord.), A. Caamaño, P. Cañal & A. Pro, (eds.) *11 ideas clave. El desarollo de la competência científica* (pp. 83-104). Barcelona: Editorial Graó.

Ruiz-Gallardo, J., Cruz, M., & Paños, E. (2018). Los microorganismos en la educación primaria. Ideas de los alumnos de 8 a 11 años e influencia de los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias. 36*(1), 79-98. doi:10.5565/rev/ensciencias.2274.

Sintimex. (2017). *A importância de lavar as mãos.* Retirado de https://www.sintimex.pt/pt/a-importancia-de-lavar-as-maos

Snow, M., White, G.L., & Kim, H.S. (2008). Inexpensive and time-efficient hand hygiene interventions increase elementary school children's hand hygiene rates. *J. School Health* 78(4), 230–233.

Taylor, L. (1978). An evaluation of handwashing techniques – 1. *Nursing Times, 74*(2), 54-55

Varela, P. (2009). *Ensino Experimental das Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico: construção reflexivade significados e promoção de competências transversais* (Tese de Doutoramento). Braga: Universidade do Minho. Retirado de https://tinyurl.com/rmquq2p

Vijapurkar, J., & Konde, P. (2014). «Omne Vivum Ex Vivo»? A Study of Middle School Students' Explanations of the Seemingly Sudden Appearance of Some Life Forms. *Research in Science Education*, *44*, 885-902. doi:10.1007/s11165-014-9406-1

World Food Innovations. (s.d.) *Surface hygiene monitoring using ATP and bioluminescence*. Retrieved from https://www.worldfoodinnovations.com/innovation/surfacehygiene-monitoring-using-atp-amp-bioluminescence

CONHECIMENTOS DE ALUNOS E PROFESSORES SOBRE MUDANÇAS DE ESTADO, SOLUÇÕES E CARACTERÍSTICAS DO GELO

José Manuel Carmo

Universidade do Algarve, Escola Superior de Educação e Comunicação (PORTUGAL)
jmbcarmo@gmail.com

Resumo

O projeto *Ensino Experimental e Interdisciplinar de Ciências* (ENEICEP) é um projeto da Associação de Pedagogos de Cuba que se desenvolve em Cuba e em Portugal com o propósito de criar e pôr à disposição das escolas e dos professores um dispositivo de formação para promover o desenvolvimento de estratégias, recursos e propostas de ensino adequadas e adaptadas ao currículo, visando fomentar o ensino de tipo prático, experimental e interdisciplinar de ciências.

Inserindo-se num modelo metodológico de Ensino por Mudança Conceptual, a sequência de ensino inicia-se por um momento de identificação das ideias dos alunos, que as atividades propostas procuram aprofundar, dar oportunidades para que os alunos explorem as suas ideias e verifiquem a sua solidez na explicação dos fenómenos, acontecimentos e previsões.

Com este propósito foi elaborado um questionário aplicado a alunos do 5º ano de escolas cubanas e portuguesas envolvidos no projeto. Numa perspetiva de formação, o questionário foi também aplicado a professores deste nível de ensino e ainda a grupos de professores em formação nas escolas de ensino superior em ambos os países.

A comunicação apresenta os resultados destes estudos que revelam que os alunos de ambos os países não mostram diferenças de monta e mostram um panorama semelhante de ideias prévias. Constata-se também que os professores e futuros professores se assemelham fortemente aos alunos na resposta aos itens do questionário, revelando padrões semelhantes de ideias prévias. Os dados da investigação permitem destacar a necessidade de um reforço na dimensão conhecimento pedagógico de conteúdo na formação docente, bem como da necessidade de atividades de formação que se orientem para a mudança conceptual focadas nas dificuldades que os alunos manifestam em concreto sobre os tópicos curriculares.

Palavras-chave: Ideias prévias; soluções e mudanças de estado; conhecimento profissional docente.

INTRODUÇÃO

O projeto *Ensino Experimental e Interdisciplinar de Ciências* (ENEICEP) é um projeto da Associação de Pedagogos de Cuba que se desenvolve em Cuba e em Portugal com o propósito de criar e pôr à disposição das escolas e dos professores um dispositivo de formação para promover o desenvolvimento de estratégias, recursos e propostas de ensino adaptadas ao currículo e adequadas às necessidades de formação dos alunos, visando fomentar o ensino de tipo prático, experimental e interdisciplinar de ciências.

A sequência de atividades que constituem as Unidades de Ensino, inserem-se no modelo metodológico de Ensino por Mudança Conceptual que se pode esquematizar pelos seguintes passos:

1. Identificar as ideias prévias dos alunos;
2. Criar oportunidades para que os alunos explorem as suas ideias e verifiquem a sua solidez na explicação dos fenómenos, acontecimentos e previsões;
3. Oferecer estímulos para que desenvolvam e modifiquem as suas ideias quando necessário;
4. Apoiar a reconstrução das suas ideias e pontos de vista.
5. Facilitar a extensão ou generalização do conceito pela sua aplicação em situações novas

6. Proporcionar oportunidades para que os alunos reflitam sobre o processo do seu pensamento em relação com as mudanças das suas ideias (metacognição).

Neste modelo, uma primeira fase de exploração e desconstrução procura:

1. Identificar as ideias dos alunos;
2. Criar oportunidades para que os alunos explorem as suas ideias e verifiquem a sua solidez na explicação dos fenómenos, acontecimentos e previsões;
    - Os alunos expressam os seus conhecimentos sobre o assunto ou fenómeno;
    - Previsões e explicações que variam de aluno a aluno;
    - Observações que não correspondem ao previsto

Consistentemente com esta orientação metodológica, a Unidade de Ensino sobre Misturas, soluções e mudanças de estado inicia-se com um questionário que procura identificar as ideias prévias dos alunos sobre os conceitos envolvidos em torno de fenómenos concretos comuns à vivência dos alunos, que as atividades procuram aprofundar e dar resposta. As perguntas do questionário e as atividades que lhes correspondem, foram selecionadas em função dos aspetos críticos da compreensão destes fenómenos identificados pela investigação (Kind, 2004), nomeadamente, conceito de solução; evaporação e condensação e a sua reversibilidade; densidade do gelo e transferência de calor na conservação do gelo.

A investigação revela que também os docentes possuem conceções inapropriadas, em larga medida semelhantes às dos alunos, decorrentes de uma deficiente compreensão da teoria corpuscular, mas também das dificuldades dos alunos na apreensão desses conceitos. (Kruger & Summers, 1989; Leite, Mendoza & Borsese, 2007; Tatar, 2011; Melo et al., 2016).

O conhecimento profissional dos professores deverá incluir o Conhecimento de Conteúdo e Ensino (CCE), isto é, conhecer as metodologias para o seu ensino, assim como os níveis de compreensão dos conceitos e os percursos de progressão delineados pela investigação, bem como o Conhecimento de Conteúdo e Alunos (CCA) que inclui o conhecimento dos conceitos que os alunos possuem e as dificuldades que tipicamente revelam (Ball et al., 2008; Hill, Ball & Schilling, 2008). Um processo de formação que pretende pautar-se por uma perspetiva de construção do conhecimento, também dos docentes participantes, precisa conhecer como ponto de partida as conceções dos envolvidos no processo. Assim o questionário foi também apresentado aos professores participantes a partir do que se realizaram as atividades que pretendem dar-lhes resposta.

No sentido de obter uma imagem mais alargada da situação no que respeita aos docentes, o questionário foi ainda aplicado a um grupo significativo de professores em exercício e a alunos-professores em escolas de formação docente em ambos os países em que o projeto se desenvolve.

O objetivo da investigação foi conhecer as ideias prévias sobre mudança de estado, soluções e características do gelo de alunos do 5º ano de escolaridade, bem de professores do nível de ensino em que a experiência foi feita (5º ano), assim como de docentes em formação a diversos níveis, nomeadamente alunos de licenciatura em Educação Básica, alunos de cursos de mestrado em ensino, em Cuba e em Portugal.

METODOLOGIA

O questionário inicial (anexo, coluna esquerda) é constituído por perguntas recolhidas da investigação publicada: as perguntas 1 a 3 resultam diretamente dos trabalhos de Osborne e colaboradores (Cosgrove & Osborne,1981; Osborne & Cosgrove, 1983; Osborne & Tasker,1985) e a pergunta 7 de Keogh e colaboradores (Keogh & Naylor, 1996; Keogh, Naylor, de Boo & Feasey, 2001). As restantes foram delineadas no quadro do projeto.

O questionário foi apresentado pelo investigador a cinco turmas do 5ºano em Portugal, Municípios de Tavira e S.Brás de Alportel em novembro-dezembro de 2017 (N=106), e aplicado pelos respetivos docentes em treze turmas do 5ºano em Cuba, Municípios de Havana e Mayabeque, entre janeiro e março de 2018 (N=269).

O questionário foi aplicado em Cuba a professores na oportunidade de conferências de apresentação do projeto em alguns eventos educacionais, nomeadamente, jornadas pedagógicas “la ciencia adelante” da província de Mayabeque (N=19), curso pós-congresso Pedagogia 2017 (N=16), em março 2017; curso do Ministério da Educação, ERCE (Estudio Regional Comparativo Explicativo), em março

2018 (N=22) e ainda se solicitou aos professores participantes a aplicação do questionário a colegas das escolas a que pertencem (N=43), entre janeiro e março de 2018, obtendo-se uma amostra, embora não representativa, ilustrativa dos docentes da região de Havana (N=100).

O questionário foi aplicado pelo investigador, em novembro de 2018, em três Escolas Superiores de Educação portuguesas (duas públicas e uma privada) a alunos da licenciatura em Educação Básica (LEB) (N=100), cerca de um mês e meio após o início do seu primeiro ano e a alunos frequentando o último período curricular do Mestrado em Ensino do 1º e 2º ciclos, na variante de Matemática e Ciências Naturais (MstCN) (N=21) e dos Mestrados em Educação Pré-escolar, 1ª ciclo do Ensino Básico e outras áreas disciplinares do 2º ciclo (Mst outros) (N=31). O questionário foi ainda apresentado, em março de 2019, pelo investigador a alunos frequentando o Mestrado em Ensino de Ciências Naturais, da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade de Ciências Pedagógicas Enrique José Varona, em Havana, após o término da sua formação curricular (Mst Cu) (N=17).

RESULTADOS

Os alunos

Apresentaremos em primeiro lugar os resultados da aplicação do questionário aos alunos das turmas cubanas participantes do projeto (Anexo). Os resultados mostram: uma grande variação de turma para turma; embora se verifique uma coincidência na tendência central de resposta, encontra-se, no entanto, algumas turmas que revelam uma divergência grande da tendência central; ainda de notar que a resposta mais frequente, em duas das perguntas (perguntas 4 e 7) não é a resposta correta; na pergunta 3 não parece existir uma tendência central; de notar ainda que, mesmo nos casos em que a tendência central de resposta é a correta, uma percentagem muito grande de alunos, entre 30 e 40%, tem uma ideia incorreta que importa rever. Agregando os resultados dos alunos de Portugal e de Cuba verifica-se um panorama semelhante com o mesmo tipo de distribuição de respostas: coincidência em geral das tendências centrais de resposta e semelhante padrão de distribuição pelas diversas opções de resposta (gráfico 1). O grupo português diferencia-se na resposta correta à pergunta 2 ao ultrapassar os 60% e na pergunta 6 ao atingir os 50% de respostas na opção correta.

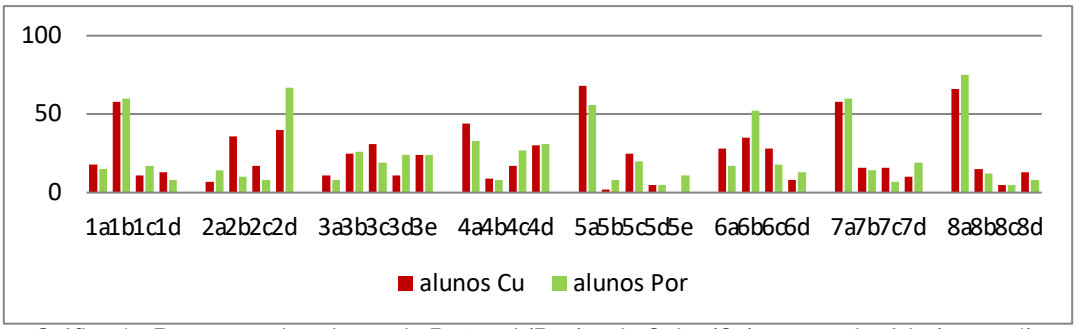


Gráfico 1 - Respostas dos alunos de Portugal (Port) e de Cuba (Cu) ao questionário (anexo 1).

Apenas considerando as respostas na opção correta, aprecia-se melhor a semelhança entre os alunos dos dois países (gráfico 2 e tabela 1). Nas perguntas 1, 5 e 8, os alunos atingem os 60% de correção na resposta, enquanto nas perguntas 3, 4 e 7 não ultrapassam 30%. Não obstante se registe uma diferença significativa em alguns dos itens o panorama é semelhante em ambos os grupos. Somente na resposta correta às perguntas 2 e 6 se verifica uma diferença com significado entre os dois países.

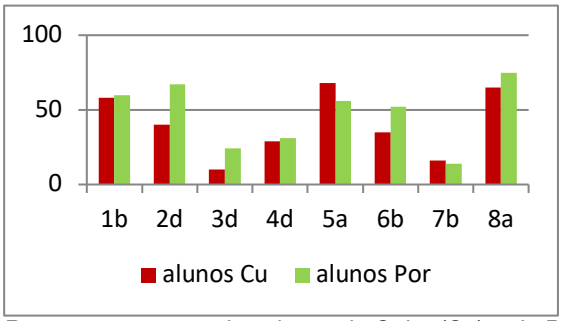


Gráfico 2. Respostas corretas dos alunos de Cuba (Cu) e de Portugal (Por).

Não obstante se verifique também uma diferença estatisticamente significativa no valor de resposta correta à pergunta 3, ela corresponde em ambos os países a uma resposta minoritária, isto é, nos dois países os alunos revelam identificar-se principalmente com uma das respostas alternativas a estas perguntas e nisso não se diferenciam. É sobretudo nas respostas alternativas que se verificam as diferenças.

Tabela1 - Respostas corretas (em %) dos alunos de Portugal (Por) e dos alunos cubanos (Cu)

	1b	2d*	3d*	4d	5a	6b*	7b	8a
alunos Cu	58	40	10	29	68	35	16	65
alunos Por	60	67	24	31	56	52	14	75

** Diferença significativa (p<0.005)*

Os Professores

Na aplicação do questionário a grupos de professores em Cuba, a resposta mais frequente às perguntas 1, 2, 5, 6 e 8 é a correta, ainda que só na 5 e 6 logrem responder corretamente mais de 80% dos professores, nas perguntas 2 e 8, mais de 70% dos professores e na pergunta 1 não cheguem a 60% os professores que escolhem a resposta correta. Nas demais perguntas (3, 4 e 7) a resposta correta não é a mais frequente e entre 75% e 80% dos professores escolhem uma resposta alternativa. O gráfico 3 mostra a comparação entre as respostas dos alunos cubanos e dos seus professores. Sem prejuízo de algumas diferenças serem significativas (tabela 2), o padrão de resposta é muito semelhante entre os dois grupos.

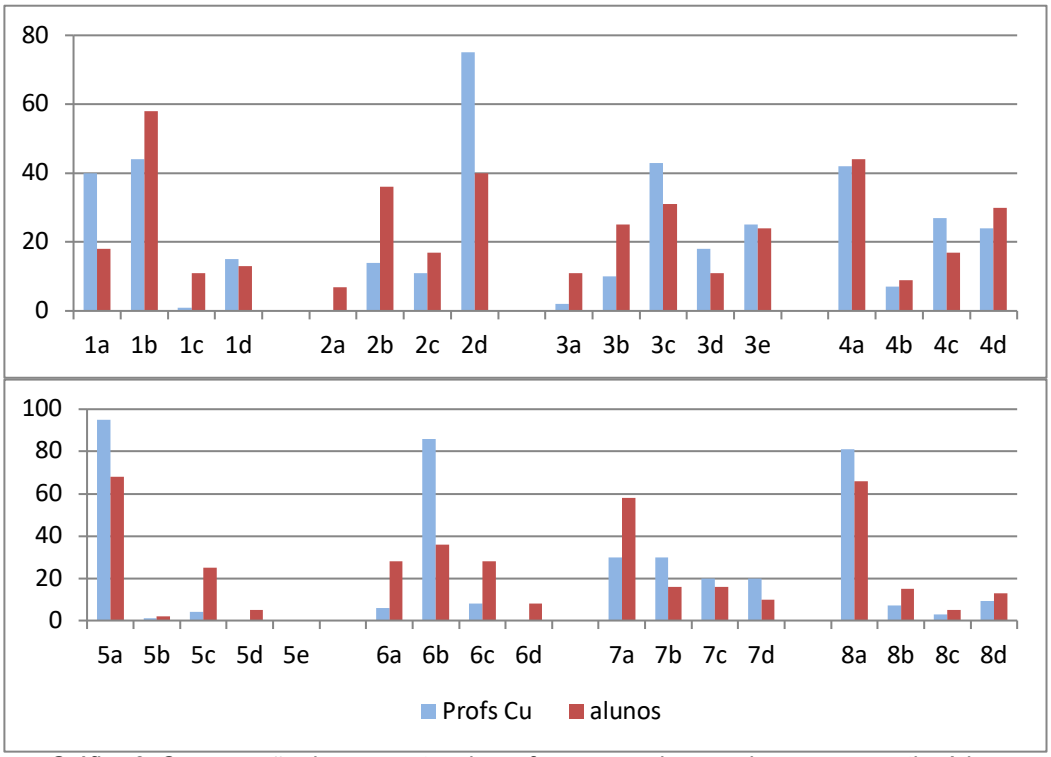


Gráfico 3. Comparação das respostas de professores e alunos cubanos ao questionário.

Tabela 2. Resultados (%) obtidos em cada um dos itens no conjunto agregado de professores e alunos cubanos. O destaque corresponde à resposta correta.

Respostas>	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d*	3a	3b	3c	3d	3e	4a	4b	4c	4d
Profs Cu	40	44	1	15	0	14	11	75	2	10	43	18	25	42	7	27	24
Alunos Cu	18	58	11	13	6,8	36	17	40	11	25	31	11	24	44	9	17	30
Respostas>	5a*	5b	5c	5d	5e	6a	6b*	6c	6d	7a	7b*	7c	7d	8a	8b	8c	8d
Profs Cu	95	1	4	0	0	6	86	8		30	30	20	20	81	7	3	9
Alunos Cu	68	1,9	25	5	0	28	36	28	8	58	16	16	10	66	15	5	13

** Diferença estatisticamente significativa.*

Professores em Formação

Os resultados da aplicação do questionário aos alunos da licenciatura em Educação Básica (LEB), aos alunos dos cursos de Mestrado em Ensino do 1º e 2º ciclos do Ensino Básico, variante Ciências e Matemática (Mst CN) e aos das restantes alternativas de Mestrado (Mst outros), bem como aos alunos do Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade de Ciências Pedagógicas Enrique José Varona, em Cuba (Mst Cu), apresentam-se no gráfico 4 e na tabela 3, junto com os anteriormente referidos obtidos com os professores e alunos do 5º ano envolvidos no projeto (ver tabela 2 e gráfico 3).

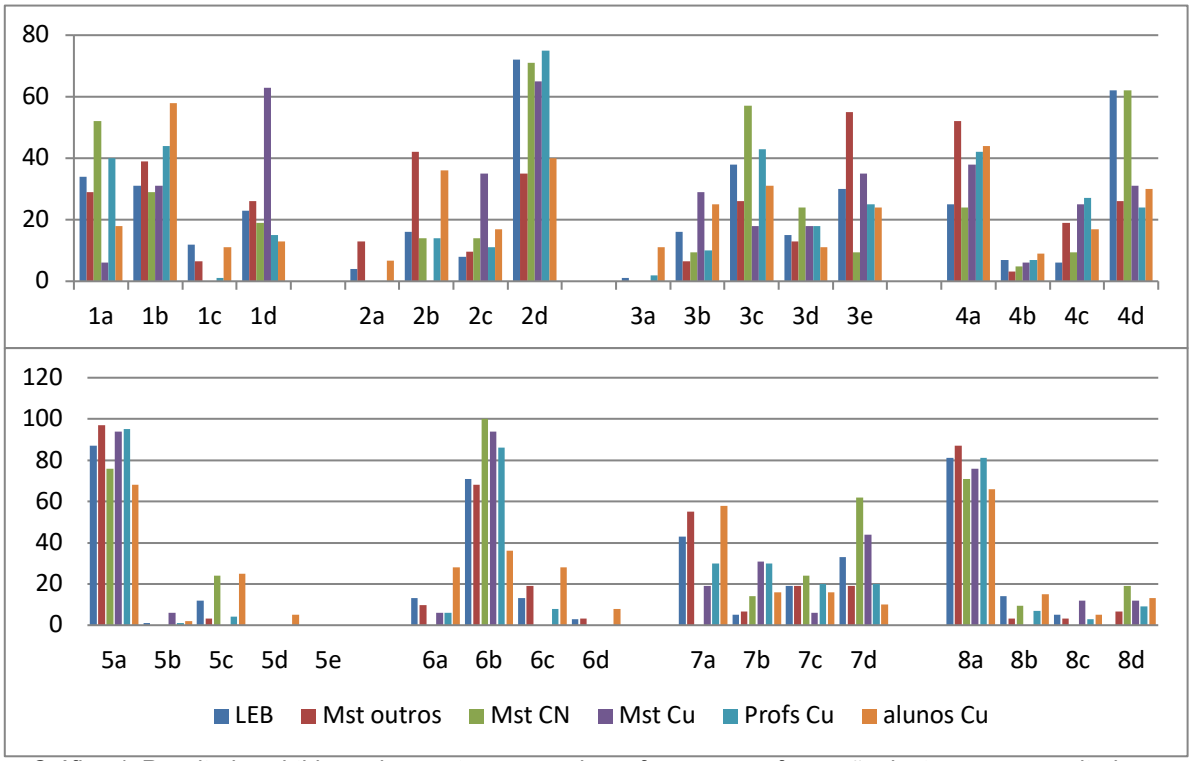


Gráfico 4. Resultados obtidos pelos quatro grupos de professores em formação, junto com os resultados obtidos pelos professores e alunos do 5º ano (Tabela 2).

A distribuição das respostas pelas diferentes opções mostra que os diferentes grupos apresentam padrões semelhantes, não obstante haver diferenças notórias, como os mestrandos cubanos na pergunta 1 ou os alunos e mestrandos não de ciências na pergunta 4. Em algumas perguntas são os alunos que respondem mais corretamente, noutras os professores e em algum caso, pontuam mais os professores em formação em mestrados não de ciências, mas não se encontra que os supostamente com mais formação para o ensino de ciências se destaquem.

Tabela 3. Resultados de todos os grupos inquiridos (%). O destaque corresponde à resposta correta.

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	3e	4a	4b	4c	4d
LEB	34	31	12	23	4	16	8	72	1	16	38	15	30	25	7	6	62
Mst outros	29	39	7	26	13	42	10	35	0	7	26	13	55	52	3,2	19	26
Mst CN	52	29	0	19	0	14	14	71	0	10	57	24	10	24	4,8	10	62
Mst Cu	6	31	0	63	0	0	35	65	0	29	18	18	35	38	6	25	31
Profs Cu	40	44	1	15	0	14	11	75	2	10	43	18	25	42	7	27	24
alunos Cu	18	58	11	13	7	36	17	40	11	25	31	11	24	44	9	17	30

	5a	5b	5c	5d	5e	6a	6b	6c	6d	7a	7b	7c	7d	8a	8b	8c	8d
LEB	87	1	12	0	0	13	71	13	3	43	5	19	33	81	14	5	0
Mst outros	97	0	3	0	0	10	68	19	3	55	7	19	19	87	3,2	3	7
Mst CN	76	0	24	0	0	0	100	0	0	0	14	24	62	71	9,5	0	19
Mst Cu	94	6	0	0	0	6	94	0	0	19	31	6	44	76	0	12	12
Profs Cu	95	1	4	0	0	6	86	8		30	30	20	20	81	7	3	9
alunos Cu	68	2	25	5	0	28	36	28	8	58	16	16	10	66	15	5	13

CONCLUSÃO

A grande variabilidade na distribuição de respostas pelas várias opções de turma para turma reforça a ideia de que, numa perspetiva de mudança conceptual, os professores necessitam conhecer as ideias dos alunos de modo a desenhar as atividades de ensino que se orientem para responder às suas necessidades concretas de compreensão. Os dados obtidos permitem concluir que as dificuldades que os alunos manifestam relativamente às perguntas do questionário, coincidem com as dos professores. Também que os alunos acabados de entrar num curso de formação para a docência (LEB) não se diferenciam, seja de docentes em exercício, seja de alunos de 5ºano de escolaridade, como também, os possuidores de um Mestrado em Ensino, orientado para o ensino de ciências ou não, revelam o mesmo panorama de conhecimentos frente às questões colocadas.

As perguntas do questionário incidem sobre tópicos e conceitos que se abordam em diferentes anos de escolaridade, nomeadamente no 3º e no 5º, pelo que as atividades propostas na Unidade de Ensino revelam ser curricularmente relevantes para responder às necessidades de formação ao abordarem aspetos críticos da compreensão dos fenómenos.

Este estudo destaca a importância de uma reorientação da formação em ciência dos professores, como Conhecimento de Conteúdo para o ensino e para as necessidades de compreensão dos alunos, articulada com as atividades concretas que lhes permitem a exploração dos conhecimentos e a sua reelaboração.

REFERÊNCIAS

Ball, Deborah L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008. Content Knowledge for Teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education, 59*(5), 389-407. doi:10.1177/0022487108324554.

Cosgrove, M., & Osborne, R. (1981). *Learning in science project. Physical change. Working Paper 26*. Hamilton, (NZ): University of Waikato.

Hill, H. C., Ball, D., & Schilling, S. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education, 39*(4), 372-400.

Keogh, B., & Naylor, S. (1996). *Teaching and learning in science: A new perspective*. Comunicação ao BERA Conference, Lancaster, setembro 1996. Education-line. Acessivel em: http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000000115.htm

Keogh B., Naylor S., de Boo M., & Feasey R. (2001) Formative assessment using concept cartoons: initial teacher training in the UK. In R. Duit (Ed.), *Research in Science Education: Past, present and future* (pp. 137-142). Berlin: Kluwer Academic Publishers.

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química.* Aula XXI. México: Editorial Santillana.

Kruger, C.J., & Summers, M.K. (1989) An investigation of some primary teachers' understanding of change in materials *School Science Review*, *71*(255), 17-27.

Leite, L., Mendoza, J., & Borsese, A. (2007). Teachers' and prospective teachers' explanations of liquid-state phenomena: A comparative study involving three European countries*. Journal of Research in Science Teaching*, *44*(2), 349–374

Melo, L., Esther Marín-Resendiz, L., Florentina Cañada, F., & Martínez, G. (2016) Conocimiento didáctico del contenido sobre el modelo cinético molecular con profesores mexicanos de Educación Secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, *31*(2), 165-183.

Osborne, R., & Cosgrove, M. (1983) Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching, 20*(9), 825 – 838.

Osborne, R., & Tasker, R. (1985) Introducing children's ideas to teachers. In R. Osborne. & P. Freyberg (Eds.), *Learning in Science. The implications of children's science* (pp. 137-148). London/New Zealand: Ed. Heineman.

Tatar, E. (2011). Prospective primary school teachers' misconceptions about states of matter. *Educational Research and Reviews*, *6*(2), 197-200.

ANEXO I

Respostas a cada uma das perguntas por cada uma das turmas cubanas

1ª pergunta

Quando a água ferve numa cafeteira formam-se grandes bolhas.

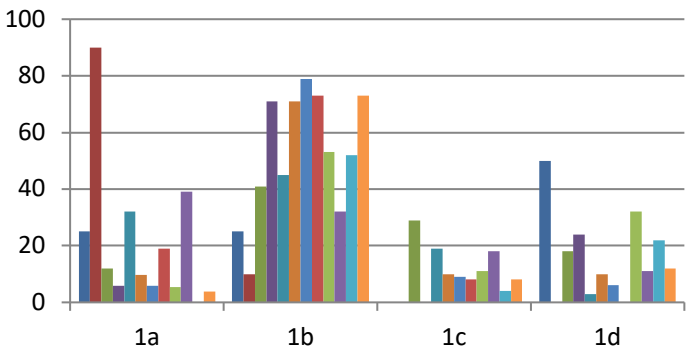
De que são feitas as bolhas?

a) Ar.

b) Vapor.

c) Calor.

d) Oxigénio ou hidrogénio.



2ª pergunta

Se um pires ficar a escorrer depois de lavado, ao fim de algum tempo ele seca.

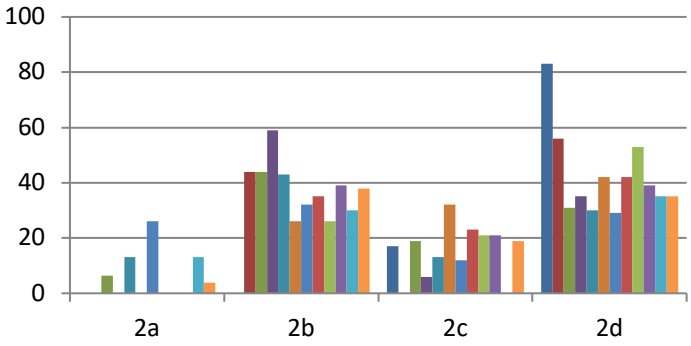
O que acontece à água que não escorreu e ficou no prato?

a) É absorvida pelo pires.

b) Simplesmente seca e deixa de existir.

c) Transforma-se em oxigénio e hidrogénio.

d) Vai para o ar em *partículas* muito pequenas.



3ª pergunta

Um frasco com gelo com uma tampa bem apertada. A parte exterior do frasco é seca com um guardanapo de papel.

Ao fim de 15 minutos:

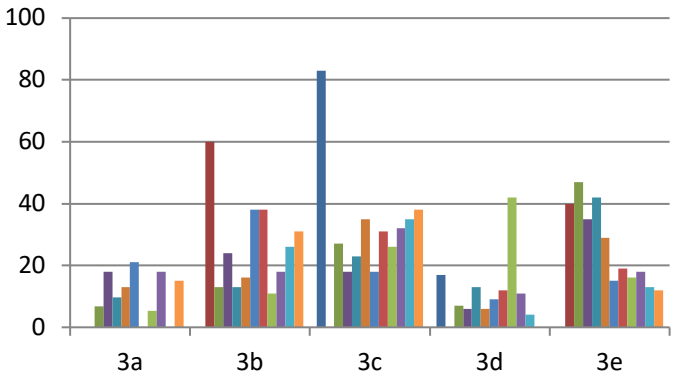
a) O frasco continua seco do lado de fora.

b) A água do gelo que derrete passa através do vidro para o lado de fora.

c) O frio faz o oxigénio e o hidrogénio do ar transformar-se em água.

d) A água existente no ar *cola-se* ao vidro frio.

e) O frio atravessa o vidro e transforma-se em água.



4ª pergunta

Ao evaporar-se a água passa ao estado gasoso.

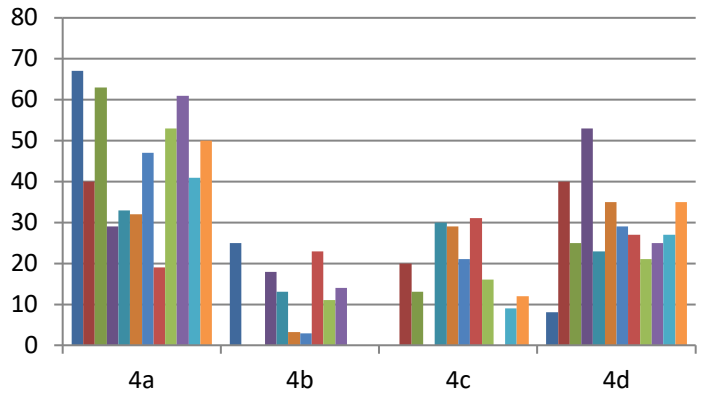
Qual corresponde à água no estado gasoso.

a) Nuvem de fumo que sai de uma panela com água quente.

b) Nevoeiro

c) As nuvens no céu.

d) A água no estado gasoso não se vê.



5ª pergunta

Se puseres uma colher de açúcar num copo de água e misturares bem, ao fim de um certo tempo que acontece com o açúcar.

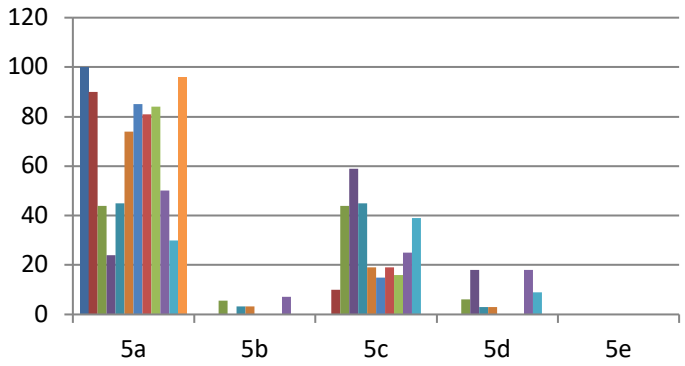
a) Dissolve-se.

b) Derrete-se.

c) Fica no fundo.

d) Evapora-se

e) Desaparece



6ª pergunta

Uma garrafa de vidro cheia completamente de água e bem fechada fica durante a noite no congelador. De manhã a garrafa estava partida.

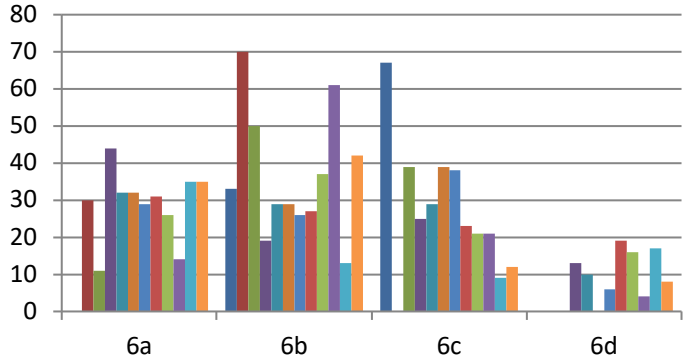
Por que se partiu a garrafa?

a) O vidro parte-se com o frio intenso do congelador.

b) No frio o volume da água aumentou e a garrafa rebentou.

c) O vidro parte-se em contato com o frio do gelo que se forma dentro.

d) Passar uma noite completa dentro do congelador é demasiado tempo.



7ª pergunta

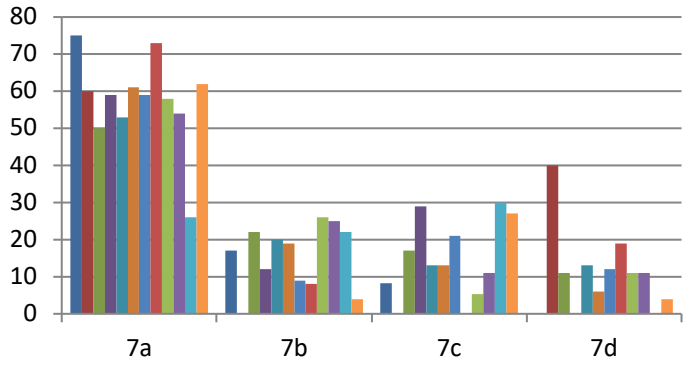
Que acontecerá ao colocar um casaco sobre o "boneco de neve".

a) O "boneco de neve" vai derreter mais depressa com o casaco.

b) O casaco vai mantê-lo frio e impedirá que continue derretendo.

c) Não creio que o casaco faça qualquer diferença.

d) Dependerá de que material é feito o casaco.



8 ª pergunta

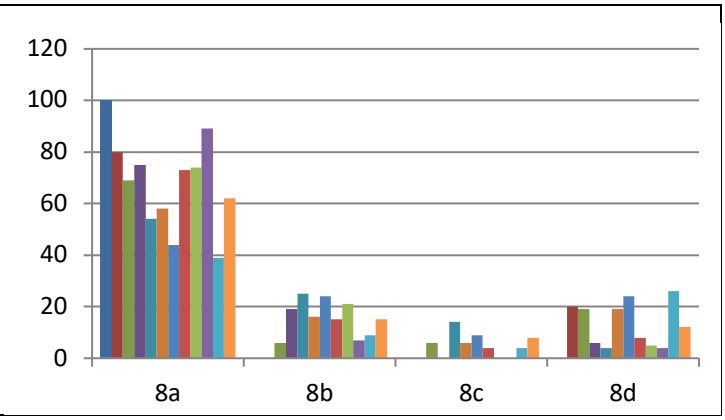
Um cubo de gelo em água …

A) Flutua à superfície.

B) Afunda.

C) Fica no meio da água.

D) …Depende do tamanho.



03. Educação em Ciências no terceiro ciclo do Ensino Básico | Educación en Ciencias en secundaria obligatoria | Science Education in Middle School

“CONHECER OS MICRÓBIOS”: A EXPERIMENTAÇÃO NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO

Ana Sampaio

Departamento de Biologia e Ambiente, Escola de Ciências da Vida e do Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD (Portugal)
asampaio@utad.pt

Resumo

Os microrganismos constituem o grupo biológico mais abundante e o que apresenta a diversidade mais elevada, tendo grande impacto no ambiente, saúde e economia. O conhecimento dos microrganismos e das suas atividades deve ser apresentado às crianças logo nos primeiros anos de escolaridade. A importância dada aos microrganismos nos programas curriculares do ensino básico nos 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico (CEB) é bastante variável, indo de implícita ou pontual (no 1º CEB) a explícita ou mesmo ausente dependendo dos temas (2º CEB) e, em geral, está associada a aspetos negativos como a doença e a poluição.

Uma vez que a microbiologia raramente é abordada no ensino básico, este trabalho consistiu no desenvolvimento do projeto “Conhecer os Micróbios”, na unidade curricular “Ciências Naturais” do 7º ano do CBE e teve como objetivos: a) demonstrar a diversidade e importância dos microrganismos na nossa vida; b) mostrar a importância da tecnologia na microbiologia – instrumentos de observação e de esterilização; c) estimular o interesse e a curiosidade dos alunos pelas ciências; d) desenvolver competências científicas (registo de observações, formulações de hipóteses, planificação de experiências e análise de resultados) e, por último, e) desenvolver nos alunos as boas práticas laboratoriais, na segurança e cuidados a ter no laboratório.

Ao longo de um ano letivo (2006/2007) sete trabalhos experimentais de fácil execução foram realizados na sala de aula com alunos do 3º Ciclo (7º ano) numa escola do concelho de Vila Real. As experiências foram inseridas no 1º Tema organizador: Terra no espaço, na 2ª unidade de ensino: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, e exploradas de forma a dar resposta a um dos problemas desta unidade de ensino: “Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – como se relacionam?”. Os trabalhos experimentais foram distribuídos pelas áreas da saúde, alimentação e tratamento de resíduos, indo ao encontro dos princípios orientadores para o ensino das ciências neste grau de ensino. Antes e imediatamente após cada trabalho experimental, foi dado um inquérito aos estudantes para aferir os seus conhecimentos da matéria, seguindo-se uma breve introdução teórica e a apresentação de uma hipótese. No final do trabalho a turma analisou e discutiu os resultados e, a cada aluno, foi solicitado um relatório.

As atividades práticas do projeto contribuíram para a motivação dos estudantes, despertando a sua curiosidade e mostrando a importância dos microrganismos na nossa vida e no ambiente. Além disso, as atividades experimentais desenvolveram o espírito crítico e incutiram nos estudantes uma maior responsabilidade e cuidado com o material laboratorial, contribuindo para assegurar o bom estado e o asseio do material e instalações. Ao longo do ano letivo, os alunos foram melhorando a sua destreza manual e o seu cuidado na manipulação dos microrganismos, tendo sempre em mente que estavam em presença de seres microscópios que, embora a sua maioria seja benéfica para o Homem, alguns são prejudiciais. Por último, é de salientar que é possível criar condições para o desenvolvimento de atividades científicas nas escolas, substituindo material de laboratório caro, por material já existente nas escolas.

Palavras-chave: Ensino básico; microrganismos; experimentação.

INTRODUÇÃO

Os microrganismos são o pilar da vida na Terra e ao longo de milhões de anos de evolução ocuparam todos os nichos do planeta, remodelaram os oceanos e a atmosfera e deram origem a condições propícias aos organismos multicelulares (Whitman et al., 1998; Gibbons & Gilbert, 2015).

Com o aparecimento de novas tecnologias de sequenciamento e de computação, no início do século XXI, o mundo microbiano começou a ser menos desconhecido. A enorme diversidade genética e bioquímica dos microrganismos é responsável pelo seu elevado impacto no ambiente, na saúde e na

economia. Embora o nosso conhecimento sobre a importância e o significado dos microrganismos nos ecossistemas e na saúde humana tenha aumentado, a perceção que a sociedade tem destes organismos continua a ser, na sua maioria, desconhecida ou negativa. Assim, o conhecimento dos microrganismos e das suas atividades deve ser apresentado às crianças logo nos primeiros anos de escolaridade, devendo as crianças estarem informadas da sua importância global (Mafra & Lima, 2012).

A importância dada aos microrganismos nos programas curriculares do ensino básico nos 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico (CEB) é bastante variável, indo de implícita ou pontual (no 1º CEB) a explícita ou mesmo ausente dependendo dos temas (2º CEB) e, em geral, está associada a aspetos negativos como a doença e a poluição (Mafra & Lima, 2012). O papel positivo dos microrganismos deve ser realçado, desconstruindo a ideia negativa de que desde cedo lhes é ensinada. Para isso, recorrer a situações com as quais lidam ou estão em contacto é uma mais valia. O papel dos microrganismos na produção de alimentos como pão, queijo, iogurte, tofu; na reciclagem de nutrientes, pela ação dos decompositores e tratamento de resíduos sólidos e de efluentes; na síntese de medicamentos que combatem doenças, entre outros exemplos.

O trabalho apresentado desenvolveu-se ao longo de um ano letivo (2006/2007), numa turma do Ciclo do Ensino Básico, CBE (7º ano), na unidade curricular (UC) "Ciências Naturais" onde foi desenvolvido o projeto "Conhecer os Micróbios". A UC foi lecionada por um grupo de 4 estagiários da Licenciatura Ensino de Biologia e de Geologia (pré-Bolonha), sob a supervisão de um orientador científico e pedagógico. As atividades propostas enquadraram-se na área da Microbiologia, são de fácil execução e baixo custo, e não apresentam qualquer risco, desde que asseguradas as regras de segurança, devidamente explicitadas antes do seu início. Como objetivos principais, os trabalhos pretenderam: a) revelar os microrganismos como um importante grupo de seres vivos; b) estimular o interesse e a curiosidade dos alunos pelas ciências; c) demonstrar a diversidade e importância dos microrganismos na nossa vida, sendo alguns benéficos (no fabrico do pão, iogurte, bebidas alcoólicas) e outros prejudiciais (por exemplo, os causadores de doenças ou do apodrecimento de alimentos); d) mostrar a importância da tecnologia (instrumentos de observação e de esterilização) na microbiologia; e) despertar para competências científicas, como a formulações de hipóteses, planificação de experiências e registro de observações; f) promover a análise quantitativa das observações efetuadas, através de gráficos e tabelas, estabelecendo a ligação entre as ciências exatas e naturais e, por último, g) iniciar os estudantes nas boas práticas laboratoriais, isto é, na segurança e cuidados a ter no laboratório.

METODOLOGIA

Ao longo de um ano letivo (2006/2007) sete trabalhos experimentais de fácil execução foram realizados na sala de aula, em contexto laboratorial ou de saída de campo, com alunos do 3º Ciclo (7º ano) numa escola do concelho de Vila Real. As experiências foram inseridas no 1º Tema organizador: Terra no espaço, na 2ª unidade de ensino: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, e exploradas de forma a dar resposta a um dos problemas desta unidade de ensino: "Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – como se relacionam?".

Os trabalhos apresentados desenvolveram-se ao longo de um ano letivo (2006/2007), numa turma do Ciclo do Ensino Básico, CBE (7º ano), na UC de "Ciências Naturais" onde foi desenvolvido o projeto "Conhecer os Micróbios" e foram distribuídos pelas áreas da saúde, alimentação, tratamento de resíduos e ambiente (Tabela 1), indo ao encontro dos princípios orientadores para o ensino das ciências neste grau de ensino. A UC foi lecionada pelo Núcleo de Estágio da Licenciatura em Ensino de Biologia e de Geologia (licenciatura pré-Bolonha) constituída por 4 estagiários sob a supervisão de um orientador científico (Universidade, UTAD) e um orientador pedagógico (Escola).

Antes das atividades experimentais, foram explicados os cuidados a ter quando se trabalha com microrganismos e a segurança em contexto laboratorial. O uso de microrganismos no ensino básico e secundário deve ter em atenção as boas práticas laboratoriais, apresentadas aos estudantes antes da experimentação. As espécies microbianas e, por vezes as estirpes, com que se trabalha devem estar classificadas como de nível 1 de Biossegurança (BSL1), como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. No caso de placas de Petri com microrganismos provenientes do ambientais e, em particular contendo bolores, o seu manuseio deve ser cuidadoso (usar "*parafilm*" ou fita cola para selar as placas de Petri) e sempre que possível antes que ocorra a esporulação, pois os seus esporos dispersam-se facilmente, podendo desencadear reações alérgicas e ataques de asma como no caso de *Aspergillus*, *Penicillium* e *Scopulariopsis*. É também de referir que, todos os recipientes contendo microrganismos (placas de Petri, provetas, tubos de ensaio), foram recolhidos e guardados em sacos de lixo e inativados por

autoclavagem na UTAD. Por último, foi introduzido o microscópio: denominação dos seus componentes, respetivas funções e cuidados a ter com este equipamento.

As atividades experimentais foram realizadas na sala de aula com material preparado na escola e outro emprestado e preparado na UTAD, como foi o caso de meios de cultura por exigirem esterilização. As visitas de estudo (VE) foram efetuadas no Parque do Corgo, em Vila Real.

Tabela 1. Lista dos trabalhos experimentais previstos, áreas e número de aulas.

Tema	Aulas			Área
1. Por que devemos ter higiene?				Saúde
2. Como se espalham os micróbios?				
3. Como se alimentam os micróbios?				Alimentos
4. Os micróbios no fabrico do pão				
5. Os micróbios no fabrico do iogurte*	-	-	-	
6. Por que os alimentos se estragam?				Resíduos
7. Vamos compostar? (VE)				
8. À descoberta dos micróbios num passeio ao campo (VE)				Ambiente

**Trabalho previsto, mas não executado; VE – Visita de estudo*

Uma semana antes de terem início as atividades experimentais, foi aplicado um inquérito à turma envolvida no projeto, para aferir os seus conhecimentos sobre os conteúdos a abordar. O inquérito possuía um cabeçalho com os dados pessoais dos alunos e 22 questões numeradas (Fig.1) e elaboradas de forma a contemplarem os conteúdos referentes a todos os trabalhos práticos.

"Conhecer os micróbios"

Todos os dados recolhidos serão única e exclusivamente utilizados para fins escolares e toda a informação é anónima e confidencial.

Para indicar a resposta a cada pergunta, faz uma cruz na opção escolhida.

Obrigado pela tua colaboração!

Idade: ___ **Data:** _____/_____/_____

Género: ☐ **- Masculino** ☐ **- Feminino**

Nacionalidade: _____

Naturalidade: _____/_____
(Concelho/ Distrito ou país no caso de ter nascido no estrangeiro)

Escola: _____

1. A maioria dos microrganismos é visível a olho nu?

☐ - Não;

☐ - Sim;

2. Deve-se lavar as mãos com sabão ou sabonete antes das refeições?

☐ - Não;

☐ - Sim;

Se sim, porquê? _____

_____

3. Existem microrganismos benéficos para o Homem?

☐ - Não;

☐ - Sim;

Figura 1. Cabeçalho do inquérito apresentado aos estudantes antes das atividades propostas (à esquerda) e exemplo das questões efetuadas (à direita).

Em cada trabalho experimental foi dada uma breve introdução teórica dos conceitos abordados, os cuidados a ter antes, durante e após a experiência, e apresentada uma hipótese. Na tabela 2 estão listados os objetivos das várias atividades experimentais.

Tabela 2. Atividades experimentais e de campo propostas e respetivos objetivos.

Atividades propostas	Objetivos
Por que devemos ter higiene?	Demonstrar a ubiquidade dos microrganismos Introduzir o conceito de "colónia" Avaliar a eficácia do sabão na lavagem das mãos Relacionar os resultados com os cuidados de higiene a ter no dia-a-dia Quantificar os resultados: média da turma, gráfico de barras
Como se espalham os micróbios?	Mostrar formas de transmissão (direta e indireta) dos microrganismos entre as pessoas Avaliar a eficácia da lavagem das mãos na cadeia de transmissão
Como se alimentam os micróbios?	Introduzir os termos "esterilização", "autoclave" e "meio de cultura" Desafiar os alunos para a elaboração de meios de cultura adequados ao crescimento dos microrganismos Demonstrar que os alimentos são também utilizados pelos microrganismos
Os micróbios no fabrico do pão	Introdução ao uso do microscópio Observar a levedura de padeiro ao microscópio e comprovar que libertam gás Avaliar a importância da levedura no fabrico do pão
Por que os alimentos se estragam?	Compreender as razões da alteração dos alimentos e a importância dos microrganismos nesse processo Verificar o efeito das condições de armazenamento (temperatura ambiente, frio) no prolongamento da conservação dos alimentos
Vamos compostar?	Compreender o conceito de biodegradabilidade Distinguir materiais biodegradáveis de não biodegradáveis Compreender as vantagens da compostagem no contexto da redução do lixo
À descoberta dos micróbios num passeio ao campo	Observar a diversidade microbiana no ambiente natural (estruturas microbianas observáveis a olho nu)

Ao longo do trabalho, os resultados eram anotados e, primeiro em grupo depois em conjunto, analisados e discutidos. Por último, seguiu-se a repetição do inquérito, selecionando apenas as questões relacionadas com o trabalho que tinha terminado. A cada aluno foi ainda solicitado um relatório final.

RESULTADOS

A turma escolhida para o projeto (7ºC) tinha inicialmente 20 estudantes, que após um trimestre se reduziu a 18 estudantes, com uma distribuição equitativa de sexos. O intervalo de idades variava entre os 11 e os 15 anos, sendo a moda de 12 anos (13 estudantes). Doze alunos eram naturais do concelho de Vila real, um de Lisboa e 5 tinham nascido no estrangeiro. Dos 18 alunos, 17 tinham nacionalidade portuguesa e um tinha nacionalidade alemã.

Atividades Experimentais

Tendo sido apresentadas sete atividades experimentais no projeto "Conhecer os Micróbios" seria exaustivo e fastidioso apresentá-las a todas. Assim, iremos falar de quatro delas, todas em contexto laboratorial: "Por que devemos ter higiene?", "Como se espalham os micróbios?", "Os micróbios no fabrico do pão", e "Por que os alimentos se estragam?" descrevendo brevemente a atividade, a execução experimental, os resultados e, em alguns casos dando exemplos de relatórios.

"Por que devemos ter higiene?"

Atividade experimental realizada em duas sessões. A primeira sessão foi executada após o intervalo, depois dos alunos terem brincado no recreio. Numa primeira abordagem todos os alunos passaram as mãos em meio de cultura sólido, identificando a placa de Petri com o nome/número e com a sigla S (Sujo) (Fig. 2). Após esta primeira sementeira a turma foi dividida em dois grupos (grupo A e grupo B) de 10 alunos cada. O grupo A lavou as mãos apenas com água, enquanto o grupo B lavou as mãos com água e sabão. Ambos os grupos secaram as mãos com toalhetes de papel, passando-as em seguida em placas com meio de cultura, identificando-as com o nome/número e com as siglas L (Limpo com água) e LS (Limpo com Sabão) (Fig. 2). Ambos os grupos selaram as placas com fita adesiva.

A segunda sessão consistiu na observação das colónias que cresceram nas placas, que foram contadas e descritas conforme a sua morfologia, tendo os resultados globais da turma sido analisados (Fig. 2). A discussão dos resultados permitiu aos alunos concluir sobre a importância da higiene em geral e, em particular da lavagem das mãos, de preferência com sabão, antes e após alguns atos do quotidiano, como comer, ir à casa de banho, espirrar, tocar em animais, entre outros.

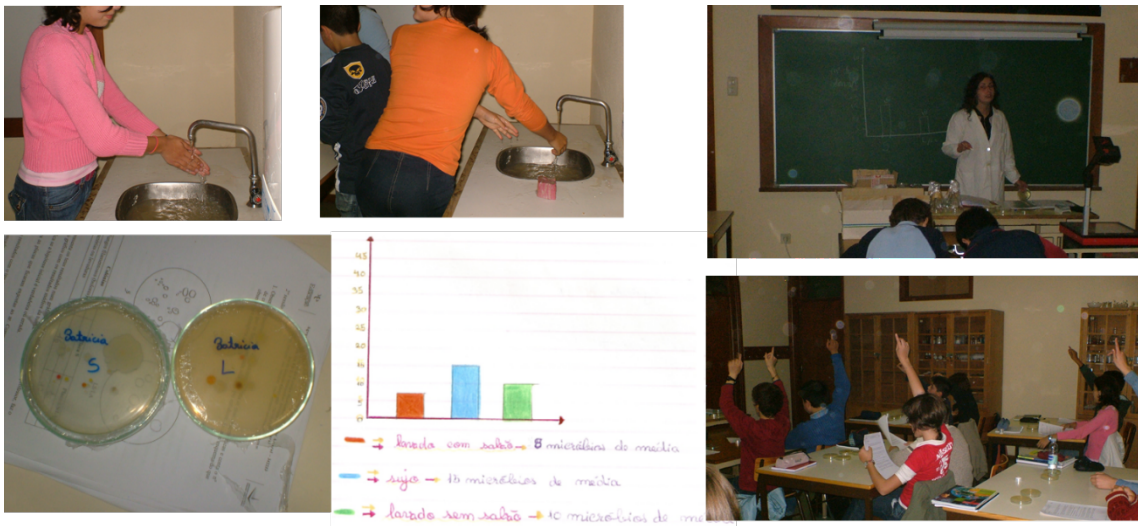


Figura 2. Procedimento da atividade experimental nº 1, sobre o efeito do sabão sobre a higiene nas mãos (fotos à esquerda). Ao centro gráfico retirado de um relatório individual. À direita, visão geral da sala de aulas durante a análise e discussão dos resultados, mostrando a vontade de participação dos alunos.

"Como se espalham os micróbios?"

A atividade "Como se espalham os micróbios?" demorou uma única sessão experimental, precedida de uma breve introdução teórica em que se procurou despertar a atenção dos alunos para algumas formas de transmissão e contágio dos microrganismos patogénicos, como por exemplo o vírus da gripe. Além disso, outro dos objetivos foi que compreendessem o papel da lavagem das mãos na quebra da cadeia de transmissão. Assim, usando um gel colorido de uso recreativo como simulador de um espirro, a turma foi dividida em três filas (A, B e C). A cada líder da fila foi colocado o gel tendo-lhe sido solicitado que o espalhasse bem. No grupo A, o elemento primeiro da fila deu um aperto de mãos ao seguinte, e assim sucessivamente até ao fim da fila, simulando o contágio direto pessoa-a-pessoa (Fig. 3). No grupo B, o primeiro aluno da fila manuseou vários objetos (régua, caneta e lápis) que foram passados de mão em mão até ao fim da fila, simulando o contágio indireto, pessoa-objeto-pessoa. O elemento primário do grupo C lavou as mãos antes de cumprimentar o seu par seguinte da fila e assim

sucessivamente até ao fim da fila. Foi assim mostrado a eficácia da lavagem das mãos na quebra da transmissão de microrganismos patogénicos.

Cada uma das três variantes do protocolo experimental (A, B e C) foram executados à vez, para permitir aos alunos dos outros grupos observarem a atividade na íntegra. Este trabalho revelou ser muito atrativo e motivador para os estudantes, cumprindo os seus objetivos. Curiosamente, os alunos apresentaram uma proposta de melhoria da execução do trabalho – colorir somente uma das mãos, de modo a que a outra ficasse livre para escrever, desenhar sem sujarem o seu material.

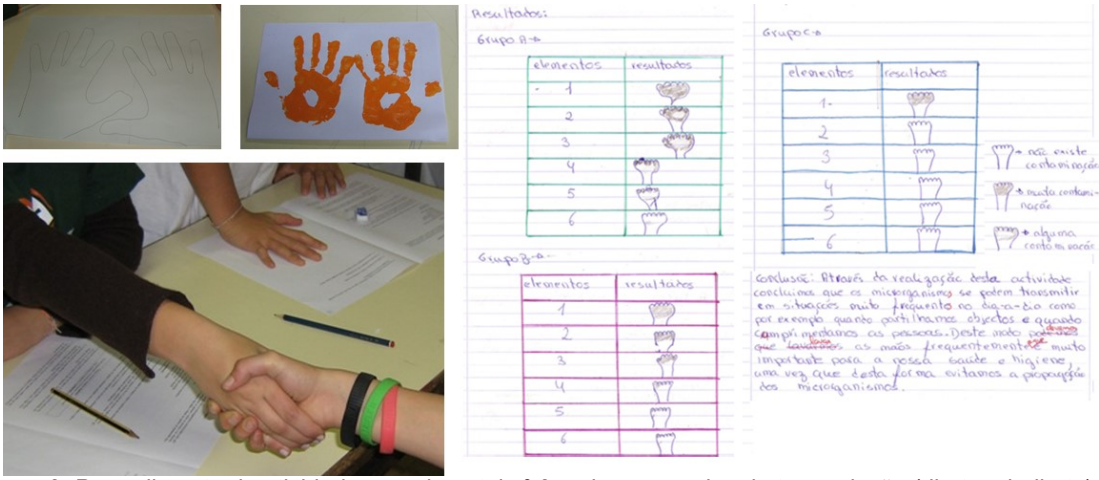


Figura 3. Procedimento da atividade experimental nº 2, sobre os modos de transmissão (direta e indireta) de microrganismos patogénicos (fotos à esquerda). À direita, exemplo de apresentação dos resultados num relatório individual.

"Os micróbios no fabrico do pão"

Neste trabalho foi abordado um caso prático de aplicação de microrganismos na área alimentar. Foi uma atividade de fácil execução e compreensão que teve os seguintes objetivos: introduzir o uso do microscópio para observar a levedura de padeiro e comprovar que o fabrico do pão se deve à fermentação dos açúcares pelas leveduras. Além disso, a atividade permitiu familiarizar os alunos com material de laboratório, bem como incidir sobre as regras de segurança na manipulação de microrganismos.

Antes do início do trabalho prático, os alunos foram desafiados a refletir em questões sobre os tipos de pão que conheciam, se já tinham observado fazer pão e a razão pela qual se usa o fermento de padeiro no seu fabrico. Com as respostas dadas foi abordada a utilização dos microrganismos no fabrico do pão e os seus benefícios na área alimentar, dando outros exemplos como o fabrico de bebidas alcoólicas como o vinho e a cerveja, do chocolate, do queijo e do iogurte.

O trabalho prático foi dividido em duas sessões. A primeira sessão consistiu em fornecer um açúcar (sacarose) às leveduras, observando o seu efeito na formação de gás. A turma foi dividida em 4 grupos e, dentro do grupo cada aluno estava encarregue de uma tarefa do protocolo a realizar. O material necessário para a realização do trabalho prático estava distribuído pelas mesas, destinado a cada grupo. O aluno nº1 de cada grupo com uma caneta de acetato identificou duas provetas (A e B). O aluno nº2 colocou uma colher de chá de açúcar (sacarose) em ambas as provetas e o aluno nº3 colocou uma colher de fermento de padeiro na proveta A e uma colher de pó talco na proveta B. O aluno nº4, mediu 15 mL de água morna e adicionou-os a cada proveta, agitando-as no fim, de modo a misturar bem todos os componentes. O aluno nº5 ajustou um balão a cada proveta, A e B (Fig. 4).

As provetas foram colocadas próximas dos aquecedores, uma vez que a temperatura ambiente registada na sala de aulas era de 16ºC. De 10 em 10 minutos, os alunos registavam se o balão aumentava de volume. No final do ensaio, os alunos apresentaram os resultados graficamente, tendo como o eixo das abcissas o tempo (minutos) e, o das ordenadas o volume dos balões (em diâmetro). Os resultados diferentes entre as duas situações foram discutidos, assim como a importância da libertação de gás no fabrico do pão.

A segunda sessão do trabalho prático foi iniciada com o microscópio ótico composto descrevendo os seus componentes principais, e cuidados a ter na sua utilização. A turma foi dividida em grupos de 2, tendo cada grupo acesso a um microscópio, tubos de ensaio e suporte, lâminas, lamelas e pinças. Cada aluno fez uma suspensão de fermento de padeiro num tubo de ensaio, cheirando o seu odor. Em

seguida fizeram prepararam a suspensão para observar ao microscópio. Os alunos desenharam as células da levedura e arrumaram os respetivos microscópios, bem como o material de vidro usado (num copo de vidro com lixívia a 10%) no final da observação microscópica.

Figura 4. Atividade experimental nº 4: fermentação dos açúcares pela levedura de padeiro com produção de gás. Preparação da suspensão sacarose e fermento ou pó-de-talco (fotos à esquerda e ao centro) e produção de gás (fotos à direita), aos 0 (em cima) e após 40 minutos (em baixo).

"Por que os alimentos se estragam?"

Os microrganismos organo-heterotróficos, vulgarmente designados por decompositores, são responsáveis pelo apodrecimento dos alimentos, prejudicando indiretamente o Homem. A atividade experimental estendeu-se por duas sessões e pretendeu demonstrar aos alunos que os microrganismos, sempre que encontrarem condições favoráveis de humidade, temperatura e disponibilidade de nutrientes, crescem deteriorando rapidamente os alimentos. O efeito de alguns fatores ambientais (temperatura, humidade) e da higiene das mãos no tempo de conservação dos alimentos foi também testado.

A primeira sessão foi iniciada com a apresentação de uma lista de alimentos escrita no quadro, de modo a iniciar a discussão sobre quais desses alimentos entravam em decomposição mais cedo. A questão despertou-lhes a curiosidade e o interesse, desencadeando a formulação de novas questões por parte dos alunos e facilitando o diálogo. Perante as questões e o diálogo com os alunos, foi abordado a influência dos microrganismos na alteração dos alimentos e que fatores podiam controlar essa alteração, abordando as diferentes formas de conservar os alimentos. A turma neste trabalho prático foi dividida em 4 grupos de 5 alunos cada. Todos os membros lavaram as mãos antes de efetuarem a atividade, exceto os elementos do grupo 2. Vários alimentos foram distribuídos pelos grupos como maça, grãos de feijão (seco e demolhado) que os distribuíram em frascos devidamente etiquetados (alimento e condições de armazenamento). O grupo 1, colocou 10 feijões secos num frasco e 10 pedaços de maça noutro, conservando à temperatura ambiente, procedimento imitado pelo grupo 2. O grupo 3 separou 10 feijões demolhados e 10 pedaços de maça com água nos respetivos frascos, guardando-os no frigorífico. O grupo 4, procedeu de modo idêntico ao grupo 3, mas colocando os frascos próximo dos aquecedores da sala de aula. Na semana seguinte, procedeu-se à observação e registo dos resultados, que foram discutidos tendo em linha de conta a alteração da cor, odor e aspeto dos alimentos de acordo com as condições de manuseamento e de conservação (com/sem água; frio/calor). Na Fig. 5 estão registadas as várias fases da atividade.

Esta atividade permitiu compreender o papel dos microrganismos na deterioração dos alimentos e a importância de alguns fatores ambientais neste processo, fazendo a ponte entre decomposições controladas, como no caso do fabrico de alimentos e na compostagem.

Figura 5. Atividade experimental nº 6: influência da higiene manual, água e temperatura na conservação de dois alimentos (maça e feijão). À esquerda início dos trabalhos e à direita avaliação do odor dos grãos de feijão demolhados e análise dos resultados.

Resultados do Inquérito

Antes de iniciar as atividades experimentais, e após cada uma delas, foi feito um inquérito à turma, de modo a percecionar os conhecimentos que tinham sobre os conteúdos apresentados, bem como o impacto no seu conhecimento, após a experimentação. As respostas dos estudantes foram agrupadas por tema (saúde, alimentos, resíduos e ambiente, dados não apresentados) e por sexo. A idade não foi tida em linha de conta uma vez que mais de 72% dos alunos tinha a idade de 12 anos.

Na Fig. 6 estão representadas as percentagens médias de rapazes e raparigas, respeitantes às questões corretamente respondidas e sem resposta, antes e após os trabalhos experimentais. No início, a médias das raparigas que responderam corretamente (54%) foi mais baixa do que a média dos rapazes (66%), tal como as questões que ficaram por responder – 28% e 8% para raparigas e rapazes, respetivamente.

No final de cada atividade, é evidente o aumento da percentagem de respostas corretas (92% para as raparigas e 88% para os rapazes) e a diminuição nas questões por responder (1% para as raparigas e 0% para os rapazes), em ambos os sexos. Curiosamente, as duas questões onde a percentagem das raparigas que não responderam foi elevada (embora tenha descido para metade), mesmo após as atividades foram "Existem microrganismos benéficos para o Homem?" e "O iogurte contém microrganismos?".

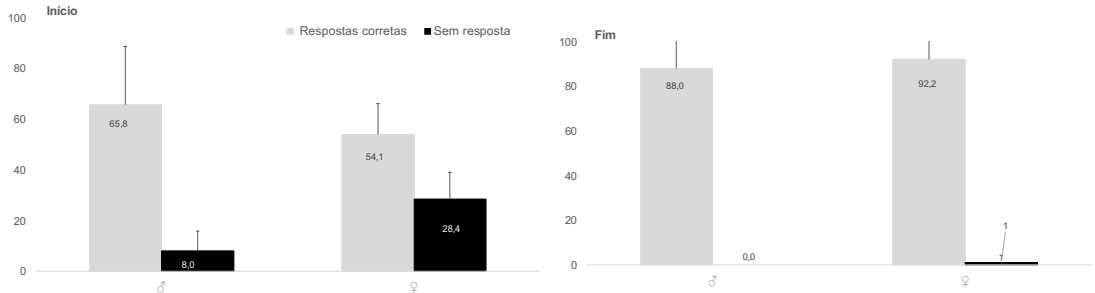


Figura 6. Percentagens médias às questões (n = 22) corretamente respondidas e sem resposta, antes (Início) e após (Fim) os trabalhos experimentais. As barras correspondem ao desvio-padrão dos rapazes e das raparigas a todas as questões.

CONCLUSÕES

É possível criar condições para o desenvolvimento de atividades científicas nas escolas, substituindo material de laboratório caro, por material barato ou de acesso fácil. As atividades propostas podem ser atrativas e devem estimular sentidos além da visão e da audição, como o tato e o olfato.

As atividades experimentais melhoraram o conhecimento dos microrganismos (diversidade, ambiente, importância para o Homem) e o uso de equipamentos para a sua manipulação e estudo. Os trabalhos apresentados estimularam a curiosidade, aumentando a participação dos alunos ("mão na massa"), tornando os estudantes mais engajados na aprendizagem (versus aulas expositivas) e contribuíram para os seus conhecimentos.

Adicionalmente, a combinação de recursos usados no dia-a-dia com os de laboratório, ajudam na ligação conhecimento e experiência empírica, auxiliando os alunos na compreensão do mundo que os rodeia.

Seguidamente apresentam-se as opiniões dos sujeitos envolvidos na aprendizagem: docentes e discentes.

A opinião dos docentes: as atividades práticas contribuíram para a motivação dos estudantes, despertando a sua curiosidade e desenvolvendo o seu espírito crítico. Incutiram uma maior responsabilidade (segurança no laboratório, material laboratorial e instalações) e melhoraram a destreza manual dos estudantes.

A opinião dos estudantes:

- "Gostei de conhecer os micróbios"
- "Gostei de fazer experiências porque é fixe e aprendo coisas novas"
- "Gostei muito da experiência, foi interessante, porque nunca tinha semeado micróbios"
- "Adoraria poder fazer mais experiências"
- "Eu gosto de fazer experiências porque sou curioso e gosto de pesquisar".

AGRADECIMENTOS

A autora está em dívida à turma do 7ºC pelo entusiasmo e empenho na concretização de todos os trabalhos laboratoriais propostos, à Dr.ª Luísa Chaves da Escola EB 2,3 Monsenhor Jerónimo do Amaral, por ter proporcionado as condições para a realização do plano de trabalhos aqui apresentado e aos estudantes do núcleo de estágio da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia (Cândida Lima, Carlos Pinto, Ivone Silva e Cláudia Ferreira) pela dedicação, trabalho incansáveis e autoria das fotografias.

A autora dedica ainda o trabalho à memória de Cláudia Ferreira.

REFERÊNCIAS

Gibbons, S. M., & Gilbert, J. A. (2015). Microbial diversity - exploration of natural ecosystems and microbiomes. *Current Opinion in Genetics & Development*, 35, 66-72. doi:10.1016/J.GDE.2015.10.003

Mafra, P., & Lima, N. (2012). Os microrganismos no 1.º e 2.º ciclos do ensino básico - representações nos programas curriculares e manuais escolares. *Magazine da Sociedade Portuguesa de Microbiologia*. Retirado de https://tinyurl.com/rs5s59o

Whitman, W. B., Coleman, D. C., & Wiebe, W. J. (1998). Prokaryotes: the unseen majority. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 95, 6578–6583. doi:10.1073/pnas.95.12.6578

MICROORGANISMOS Y MICROBIOS: MODELOS MENTALES DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Marta Cárdenas Castellar[1], María del Carmen Romero López[2], Sergio David Barón López[2]

[1]Contratada predoctoral FPU del Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada (ESPAÑA)
[2]Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada (ESPAÑA)
romero@ugr.es

Resumen

Los microorganismos tienen una gran importancia en la ecología, diversidad y funcionamiento de los sistemas terrestres. La sociedad suele conocer sus efectos en el entorno, principalmente los perjudiciales, pero no aspectos como su apariencia y comportamiento, especialmente en el caso de niños y adolescentes. Los estudios existentes sobre las concepciones alternativas del alumnado respecto a los microorganismos son escasos comparándolos con otras áreas de ciencias, estando normalmente enfocados a la comprensión de procesos complejos como la fermentación y usos biotecnológicos, lo que los restringe a determinados niveles educativos y a ciertos rangos estrechos de edad (Muñoz-Campos et al., 2018; Sánchez, 2005). Sin embargo, todos dejan de lado el aspecto más básico, qué entienden los estudiantes por microorganismo o microbio. Este estudio busca identificar cuáles son los modelos mentales en alumnos de secundaria y bachillerato (12-18 años) de microrganismos, y microbios mediante una definición y dibujo. Las respuestas obtenidas se han analizado siguiendo la metodología usada por Byrne (2011). En total participaron 235 alumnos (1º-4º ESO: 167; 1º-2º bachillerato: 68) de 3 centros educativos de la provincia de Granada. Las respuestas fueron categorizadas y puntuadas (0-5) según su concordancia al nivel que deberían mostrar respecto a su curso escolar (Real Decreto 1105/2014). Los modelos mentales mostrados por los alumnos son menos concretos a los esperados según su edad y no concuerdan con los especificados en el currículo. A su vez se ha visto que el concepto de microbio está mucho menos claro que el de microorganismo, que la connotación negativa es mucho mayor en el primer término, y que hay un progreso del modelo mental para ambos términos en la mayoría de las áreas conceptuales analizadas, aunque menos del previsto.

Palabras clave: Ideas previas, microorganismos, bacterias, educación secundaria, modelos mentales.

INTRODUCCIÓN

A los numerosísimos y variados seres vivos invisibles existentes en la naturaleza se les denomina colectivamente microbios (M.B.) o microorganismos (M.O.), que por definición son bacterias, hongos y protoctistas (principalmente las formas vivas unicelulares, como amebas y algas). Tienen en común el hecho de ser organismos que son visibles únicamente a través del microscopio, por tanto, consideraremos todos los seres vivos unicelulares y algunos seres pluricelulares como algunas larvas de helmintos, entre otros, o también pueden vivir asociados en estructuras multicelulares, como es el caso de muchos hongos, por lo que todos ellos forman un conjunto muy heterogéneo (Prats, 2006).

En esta clasificación no se incluyen los virus, ya que no cumplen los postulados de la teoría celular ni el dogma central de la genética careciendo de los rasgos esenciales del concepto de vida. Por eso, son considerados agregados moleculares y no organismos vivos (Ortiz y Mujica, 2015).

A pesar de la gran diversidad existente de microorganismo, la sociedad asocia el concepto con efectos generalmente los perjudiciales como las enfermedades infecciosas o el deterioro de los alimentos. No obstante, los microorganismos son vitales para la vida siendo necesario mostrar su uso en medicina, producción de alimentos, etc. para relacionar los microorganismos con el modelo de ser vivo y reconocer la interacción de los mismos con el medio que los rodea (Pujol i Villalonga, 2003). Del mismo modo, se convierte en un imperativo el investigar qué concepciones alternativas tienen los estudiantes sobre organismos microscópicos, siendo interesantes objetos para el estudio de las ideas previas. En este grupo destacan los niños y niñas que tienden especialmente a tener vagas ideas sobre qué son los microbios y qué hacen (Allen, Bridle y Briten, 2015). Algunas investigaciones muestran que los M.O. son considerados animales pequeños que no se pueden ver sin aumento y que causan enfermedades, siendo una idea instaurada y que se mantiene en la etapa adulta (Byrne, Grace y Hanley, 2009; Byrne,

2011; René y Guilbert, 1993). Esta idea se suele reforzar con la idea simplista y primaria que se transmite en los medios de comunicación junto con ilustraciones e información sobre lo microorganismos frecuentemente bajo contextos emotivos que buscan el sensacionalismo desde una perspectiva desequilibrada (Jones y Rua, 2006) a los que se le añade el hecho de que en su mayoría, los primeros encuentros que los estudiantes tienen con temas de ciencia son a través de estas fuentes, y por tanto su influencia más alta. Tampoco podemos olvidar su representación en dibujos animados como por ejemplo, el personaje de Plankton en Bob Esponja, donde se presenta como el antihéroe que intenta conseguir a través de cualquier estrategia la receta de las "cangreburguers".

Concepciones alternativas y el dibujo como herramienta

Antes de empezar el colegio, los niños poseen concepciones sobre el entorno que difieren de lo que científicamente es correcto, apareciendo así el término de concepción alternativa, es decir, construcciones elaboradas para responder a una interpretación de fenómenos naturales, que explica y resuelve un problema pero que no tiene una base científica que la sustente (Carey, 1985). No se tratan de ideas sueltas, dispersas y sin relación, sonesquemas conceptuales, estructuras cognitivas que interaccionan con la información que llega desde el exterior, jugando un papel esencial en el aprendizaje (Driver, 1988). Este complejo esquema está expresado y construido sin consistencia y depende del contexto ya que se basa en la observación directa, en la influencia de los medios y de la cultura (Mintzes y Wandersee, 2005). Así, el estudio de ideas alternativas es una temática que ha adquirido un gran interés en la Didáctica de las Ciencias cuya investigación no se ha limitado a describir los errores más frecuentes, sino que ha ido acompañada también de un profundo cuestionamiento del método de enseñanza. Y es que para modificar las concepciones alternativas del alumnado, el docente deberá enfrentarse al concepto que quiere cambiar, entenderlo completamente y adaptarlo al nivel educativo con la metodología más adecuada. Esas ideas personales o representaciones internas de un individuo sobre un fenómeno en particular, inaccesible directamente, que tiene el alumnado en su cabeza es lo que se conoce como modelo mental y que podemos conocer a través de dibujos, escritos o conversaciones (Boulter y Buckley, 2000; Justi, 2006)

La técnica del dibujo es un método realmente efectivo para descubrir los modelos mentales de los niños evitando las posibles interferencias que puede conllevar el lenguaje por lo que se usa frecuentemente para conocer la idea que se tiene sobre un fenómeno particular pero además puede mejorar las habilidades, el conocimiento y la comprensión de la realidad individual de los estudiantes (Katz, 2017). En general, usar el dibujo en lugar de la escritura o las palabras ayuda a que representen de una forma más concreta la reproducción personal de las experiencias (Taylor y Andrews, 2012).

A pesar de que el estudio sobre microorganismos está poco estudiado en investigación educativa, el dibujo ha sido la principal herramienta para determinar los modelos mentales de los estudiantes, observándose errores en su tamaño, localización, aspecto, confundiéndose incluso con insectos, gusanos etc. en definitiva mostrándose un gran desconocimiento de estos seres (Allen et al., 2015; Byrne y Sharp, 2006; Byrne et al., 2009; Byrne, 2011; Carvalho, Mafra y Lima, 2017; Jones y Rua, 2006; Mayerhofer y Márquez Bargalló, 2009; Nagy, 1953; René et. al, 1993; Romero-López, Rodríguez-Fernández y Cárdenas-Castellar, 2019; Ruiz-Gallardo y Paños, 2018).

Las investigaciones más relevantes en este ámbito y que estén destinadas a una población juvenil no son recientes (Gail et. al, 2006; Maxted, 1984; Prout, 1985; René et. al, 1993; Simonneaux, 2000). Por ello, se propone su estudio para la etapa de Educación Secundaria (ESO) y, puesto que la investigación de Byrne (2011) es una de las más recientes y aborda tanto estudiantes de la etapa de Educación Primaria como de Secundaria, esta investigación se toma como referencia para analizar las concepciones alternativas que los estudiantes de secundaria (de 12 a 18 años) han adquirido sobre los microorganismos o microbios.

METODOLOGÍA

Muestra

En total participaron 235 alumnos (1º-4º ESO: 167; 1º-2º bachillerato: 68) de 3 centros educativos de la provincia de Granada. La muestra, es de tipo no probabilístico donde los centros de enseñanza han sido seleccionados por conveniencia, siguiendo el criterio de diversidad de contextos socio-económicos, asociado a su situación geográfica. Cabe destacar que la investigación tuvo lugar al final del curso académico por lo que todos ellos han sido formados en contenidos mínimos de enseñanza en Biología y Geología según el Real Decreto 1105/2014 y la Orden de 14 de julio de 2016.

Procedimiento de recogida de datos y análisis

En este estudio se les planteó a los estudiantes dos preguntas:

1. ¿Qué sabes de los microorganismos y dónde se localizan? Dibújalo.
2. ¿Qué sabes sobre los microbios y dónde se localizan? Dibújalos.

Los modelos expresados de los conceptos M.O. y bacteria que poseen los niños de 7 a 18 años siguiendo la metodología de Byrne (2011) fueron analizados según las siguientes categorías: terminología, morfología, tamaño y escala, vivos y no vivos, enfermedad y salud y localización.

Las respuestas escritas y los dibujos se analizaron cualitativamente, atribuyendo un sistema de categorías consensuado por los tres autores respondiendo así a los criterios de exclusividad y exhaustividad y teniendo en cuenta los contenidos esperados en sus respectivos cursos escolares según el currículo que establece el Real Decreto 1105/2014. Resulta necesario indicar que la frecuencia total en las categorías “terminología” y “morfología”, pueden superar el 100% debido a la existencia de más de un dibujo, término, o concepto que se refiera al mismo ítem.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque los datos cuantitativos y cualitativos son obtenidos mediante dos técnicas de recogida de datos, dibujo y respuestas escritas en los estudios realizados en la etapa de Educación Primaria, se observa que las representaciones gráficas han aportado mayor información que el texto escrito (Mayerhofer et. al, 2009), sin embargo, en nuestro caso no se ha obtenido el mismo resultado. Esto nos lleva a pensar que el dibujo es más eficaz en etapas anteriores por las limitaciones que existen en la adquisición de vocabulario específico científico.

Tras el análisis exhaustivo de las respuestas tanto escritas como gráficas, se establecieron diferentes categorías para cada campo de análisis estudiado y se estimó oportuno especificar la modalidad para los cursos de bachillerato en “Bachillerato de Ciencias y Tecnología” (BC) y “Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales” (BH).

Terminología

El alumnado utiliza una gran variedad de términos de tal forma que indican que éstos no entienden con claridad la naturaleza de las bacterias, los virus, los hongos y los protoctistas. Por ejemplo, el hecho de expresar que un microbio “se parece a un virus pero es una célula” (1º ESO) o el uso de las palabras célula, bacteria y virus para referirse a lo mismo. Otros, emplearon términos diferentes para referirse a las diferentes clases de microorganismos o microbios, mostrando conciencia de que "microorganismo" y "microbio" son términos genéricos que engloban no sólo a un tipo de seres vivos. La comprensión aumenta con la edad (Tabla 1).

Se ha observado que es muy frecuente el uso del término “bacteria”, posiblemente por ser el microorganismo más conocido y estudiado, así como el que más aparece en los medios de comunicación.

Tabla 1. Frecuencia de la terminología empleada en la definición de microorganismo. BC. Bachillerato de Ciencias y Tecnología; BH. Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

Término	1º	2º	3º	4º	1ºBC	1ºBH	2ºBC	2ºBH
Célula	29,2	18,4	16,7	12,1	54,5	33,3	69,0	8,0
Bacteria	10,4	13,2	22,9	3,0	9,1	0,0	30,2	4,0
Organismo/ser	35,4	60,5	50,0	69,7	81,8	66,7	89,9	0,0
Alga/protozoo/ hongo/ moho/levadura	4,2	0,0	10,4	0,0	27,3	0,0	6,9	0,0
Virus	12,5	0,0	6,3	3,0	0,0	0,0	17,2	8,0
Bicho/gusano/ insecto/animal	6,3	2,6	2,1	3,0	0,0	0,0	0,0	4,0
Sustancia/cosa/ partícula/agente	2,1	10,5	8,3	3,0	0,0	0,0	0,0	64,0
Confusión semántica	10,4	2,6	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	28,0
NS/NC/sin sentido	18,8	13,2	16,7	21,2	0,0	0,0	6,9	0,0

Cabe destacar las diferencias significativas que encontramos en el curso de 1º y 2º de Bachillerato (tabla 2), donde ninguna de las respuestas de BH (1ºBH) relaciona la célula con los microbios y, sin embargo, existe una completa asociación del término a ser considerado como bacteria que se mantiene también el curso posterior.

Por otra parte, el término microorganismo y microbio no lo suelen utilizar de forma general e intercambiable, tal y como observó Maxted en su estudio (1984).

Tabla 2. Frecuencia de la terminología empleada en la definición de microbio. BC. Bachillerato de Ciencias y Tecnología; BH. Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

Término	1º	2º	3º	4º	1ºBC	1ºBH	2ºBC	2ºBH
Célula	6,3	13,2	8,3	6,1	27,3	0,0	51,7	4,0
Bacteria	25,0	36,8	27,1	6,1	9,1	66,7	24,1	40,0
Organismo/ser	14,6	21,1	25,0	57,6	90,9	33,3	21,3	40,0
Alga/protozoo/ hongo/ moho/levadura	2,1	7,9	4,2	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0
Virus	12,5	2,6	6,3	3,0	0,0	0,0	0,0	8,0
Bicho/gusano/ insecto/animal	12,5	7,9	14,6	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Sustancia/cosa/ partícula/agente	14,6	15,8	4,2	6,1	0,0	0,0	0,0	4,0
Confusión semántica	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NS/NC/sin sentido	25,0	26,3	27,1	21,2	0,0	0,0	3,4	20,0

Morfología

Cuando se analizó las respuestas y dibujos de M.O. y M.B. se pudo observar que, a pesar de ser el mismo concepto, los estudiantes los conciben como cosas totalmente diferentes. No obstante, llama más la atención que no siempre, En las respuestas se constata una clara diferencia entre las representaciones gráficas y textuales (tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de un microorganismo según los dibujos realizados (D) y las respuestas escritas (E). BC. Bachillerato de Ciencias y Tecnología; BH. Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

Término	1ºESO n=48		2ºESO n=38		3ºESO n=48		4ºESO n=33		1ºBC n=11		1ºBH n=3		2ºBC n=29		2ºBH n=25	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Célula individual/ Aspecto celular/ bacteria	22	23	14	24	17	26	12	14	9	8	1	1	16	18	5	14
Protozoo/alga/ hongo		2				4			2	2				9		3
Bicho/animales/gusanos/ insectos	3	3	4	2	6	1		1	1		1	1			4	
Abstracto /amorfo	5		12		9	4	6						2		4	
NS/NC/sin sentido	3	12	2	12	8	14	11	17		3	1				8	11
Total (%)	112,5	102,1	107,9	100	110,4	108,3	100	100	109,1	118,2	100	100	100	117,4	104	112

La clasificación de los microorganismos o microbios es difícil para los niños de todo el rango de edad, lo cual no es sorprendente ya que los taxonomistas han debatido la clasificación exacta durante muchos años (Woese, Kandler y Wheelis, 1990). En nuestro caso, la clasificación como célula queda mejor definida tanto para el dibujo como la respuesta escrita en el curso 1º ESO, sin embargo, en los cursos posteriores encontramos que las respuestas escritas son más concretas que las representaciones gráficas. A partir de 3º ESO es más frecuente considerar a los microbios como un tipo de microorganismo, y por tanto a considerarlos bacterias, virus o apariencia celular, pero en la mayor parte de los casos mencionando que son patógenos. En este sentido, cabe destacar que el 96,6% de las respuestas no consideran lo mismo ambos términos. En los primeros cursos se tiene una menor relación los microorganismos y microbios como organismos biológicos, los conceptos sobre Biología avanzan con la edad (Carey, 1985; Inagaki y Hatano, 2002) y la conciencia de las especies también se incrementa. La formación específica puede dar respuesta a que los cursos de BC se observa un cambio de concepto significativo con respecto a los de BH.

La categoría abstracto/amorfo, en la cual se incluyeron tanto puntos, líneas, círculos, etc. como formas irregulares, adquiere más importancia con el término microbio y la pierde conforme avanza la edad. Esta categoría junto a los de bichos, animales, gusanos e insectos concuerdan con los resultados de antiguos investigadores (Nagy, 1953; Simonneaux, 2000), los cursos correspondientes al primer ciclo a los microorganismos y microbios se les considera animales, bichos o gusanos, confirmándolo en el dibujo. Cuando avanza la edad, aparecen dibujos con aspecto de insecto o bicho destacando el curso de 3º ESO, pero denotaban la falta de convencimiento hacia la idea de que fueran animales. El alumnado considera que los microorganismos se parecen a los animales tienden a referirse a insectos si son más pequeños relacionándolos así con las especies que son conocidas por ellos. A pesar de ello, en este estudio no aparecen rasgos antropomórficos como cabría esperar hasta los 14 años (Byrne

et. al, 2009).

Las formas que representan una célula individual con cierta complejidad y con orgánulos, entre las que se encuentra una célula bacteriana reconocible, fueron dibujadas en más de la mitad de las respuestas del alumnado de BC, lo que sugiere que los jóvenes que cursan Biología en Bachillerato predomina la percepción de que los conciben como seres unicelulares en lugar de un organismo pluricelular complejo. La morfología bacteriana, es una de las más comúnmente representadas, y esto puede deberse a la exposición a fotografías o dibujos en los libros de texto o carteles en de divulgación científica ubicados en sitios públicos, que tienden a centrarse en las bacterias. Muchos de los dibujos de microorganismos de aspecto de célula individual, especialmente los dibujados por los de BC, atribuyeron las características típicas de las células eucarióticas a su dibujo, lo que sugiere la influencia de la enseñanza actual.

En los cursos de la ESO tiene bastante importancia la categoría de dibujo amorfo, en el que el 15 % y 22% de los casos se han incluido las representaciones excesivamente esquemáticas, sin forma concreta y muy irregular para representar microorganismos y microbios respectivamente. Esta forma de ilustrarlos denota la escasez de conocimiento sobre el aspecto de éstos.

Tamaño y escala

Existe una concepción generalizada de que los microorganismos no se pueden ver a simple vista, o al menos todos los grupos de edad parecen intuir que los microorganismos son pequeños (Maxted, 1984; Nagy, 1953; Simonneaux, 2000). Para el análisis, solo se ha considerado el término microscópico cuando ha sido indicado explícitamente que lo son y que requieren aumento para ser observados y, por otro lado, los que se refieren al tamaño con términos como “pequeño”, “diminuto‘, “minúsculo” o “chico”. El término "microscópico" fue utilizado con mayor frecuencia por los entrevistados de BC, aunque a partir de 3º ESO el porcentaje es bastante alto tanto para microorganismo (39,6 %) como para microbio (35,4%). En general lo que significa "microscópico" no es entendido por la mayor parte de los alumnos y alumnas de 1º y 2º ESO, usando adjetivos como 'minúsculo' en un 41,7% y 42,1% de ocasiones respectivamente. En esta línea, Tretter, Jones, Andre, Negishi y Minogue (2006) corroboraron que la idea de tamaño relativo se entiende más fácilmente que una medida exacta para comprender el tamaño de estos.

Con vida o sin vida

Para esta categoría se diferenció entre las respuestas que expresaban de forma rotunda que son seres vivos, y las respuestas que mostraban inseguridad se incluyeron en la categoría “Posiblemente vivo” siendo ésta última la más frecuente.

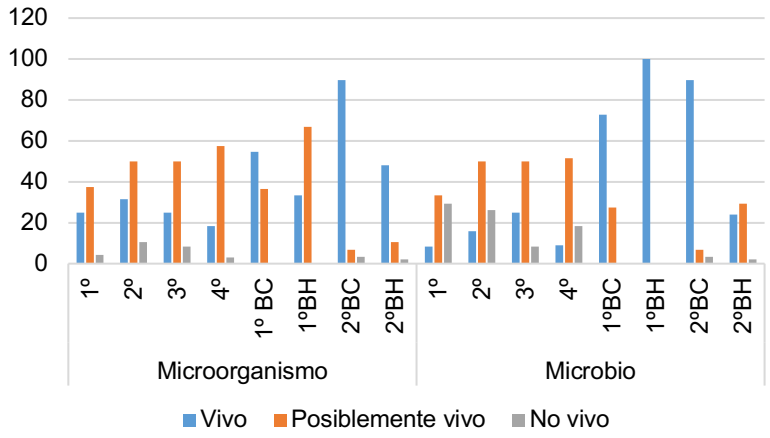


Figura 1. Frecuencia con la que se consideran seres vivos. BC. Bachillerato de Ciencias y Tecnología; BH. Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

Algunos indicadores que se han tenido en cuenta en esta clasificación han sido las referencias a la reproducción o movimiento, ya que hay estudios que determinan que los niños de todos los grupos de edad normalmente consideran el movimiento como un indicador de la presencia de vida (Maxted, 1984;

Simonneaux, 2000; Vásquez, 1985). Se observa cómo conforme avanzan los cursos, la frecuencia con la que creen que son organismos vivos aumenta y esto se hace más evidente en todos los cursos de Bachillerato, aunque en el caso de los microbios el concepto queda más confuso, considerando de una forma más recurrente que los microbios no están vivos respecto a los microorgnismos (figura 1).

La comprensión sobre los microorganismos y microbios como seres vivos aumenta con la edad y se pronuncia las ideas más complejas sobre lo que significa estar vivo en la modalidad de BC.

Enfermedad y salud

La Figura 2 muestra una clara diferencia entre microorganismos y microbio acentuándose su asociación como agentes patógenos (Byrne y Sharp, 2006; Maxted, 1984; Prokop, Fančovičová, y Krajčovičová, 2015; Prout, 1985). Se observa además, esta tendencia en dibujos donde se relacionan con heridas o estornudos.

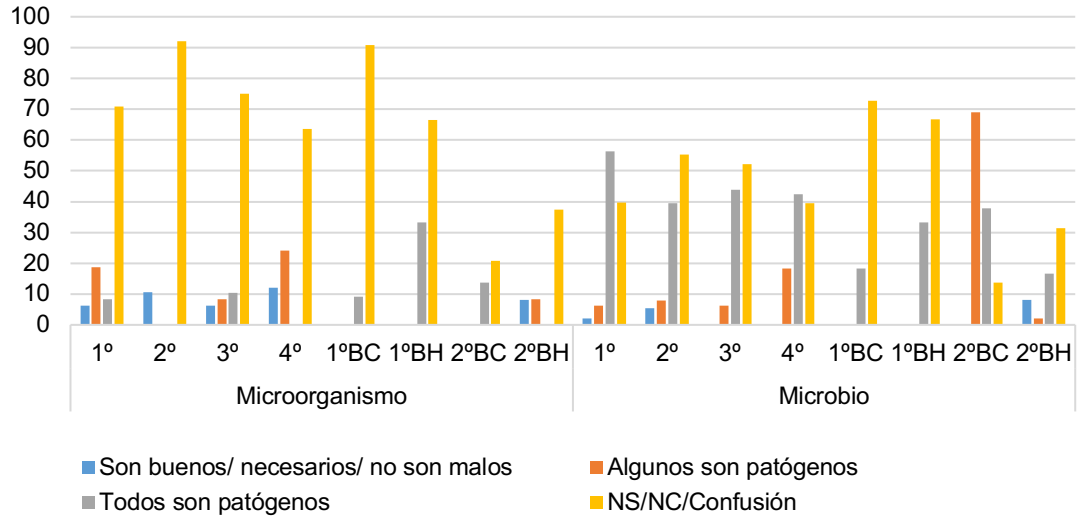


Figura 2. Porcentajes de respuestas según la función atribuida a microorganismos y microbios. BC. Bachillerato de Ciencias y Tecnología; BH. Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

Conforme avanzan los cursos, especialmente en Bachillerato, se observa una disminución del concepto perjudicial, aunque no está muy marcado. Sin embargo, es muy probable que no tengan claro que existen patologías en las que no intervienen los microorganismos provocando dificultades en la comprensión de enfermedades infecciosas y no infecciosas.

Todo ello tiene consecuencias en la capacidad que tengan de comprender la naturaleza de las enfermedades genéticas y, como señala Simonneaux (2000), plantea dudas sobre la capacidad de los estudiantes para comprender y apreciar las implicaciones éticas de ciertas técnicas, como el diagnóstico prenatal.

Localización

De acuerdo con Byrne (2011) los estudiantes de edades más tempranas tienen una idea restringida acerca de dónde se pueden encontrar los microorganismos. De hecho, en los más pequeños prevalecen las respuestas en las que sitúan a los microorganismos en los seres vivos, posiblemente porque muchos tienen el concepto de microorganismo como célula que los forma, o únicamente en los humanos. En 3º ESO se observa un aumento pronunciado en la consideración de los humanos y los alimentos como punto principal de la ubicación microbiana y, de forma general en ESO, una mayoría de respuestas en la que consideran que son los microbios los que se encuentran en los sitios sucios y no los microorganismos (figura 3).

Debemos destacar que la modalidad de BC es la presenta porcentajes más elevados de respuesta en la que se localizan ambos términos en todas partes difiriendo de las respuestas dadas por los estudiantes de BH en los que se presenta mayor confusión o consideran que los microbios se

encuentran en su mayoría en los seres vivos exclusivamente.

Esta conexión con los humanos esto puede deberse al plan de estudios de dicho curso, con un bloque de contenidos que trata sobre las personas y la salud que se centra en los microorganismos como agentes de enfermedad (humana). A su vez, esto hace que aumenten sus conocimientos microbiológicos y disminuya la frecuencia con la que los sitúan en sitios poco higiénicos.

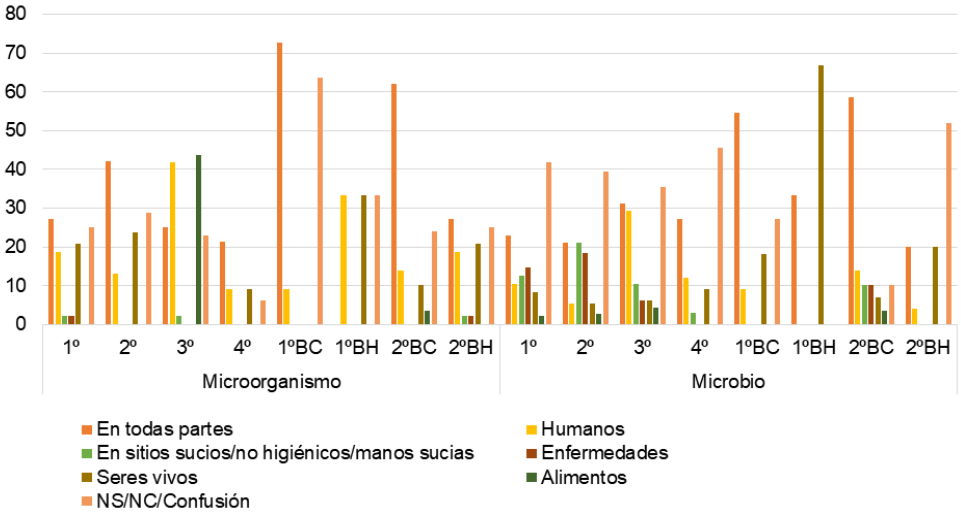


Figura 3. Porcentaje de respuestas para la localización de microorganismos y microbios. BC. Bachillerato de Ciencias y Tecnología; BH. Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

CONCLUSIONES

Los modelos presentados están formados sobre la base de los datos empíricos sobre microorganismos y microbios que sostienen los niños y niñas de este estudio. Por lo tanto, pueden considerarse como representaciones coherentes de los marcos de conocimiento del alumnado sobre los microorganismos y, por lo tanto, son una herramienta de referencia útil para los desarrolladores de planes de estudio al considerar el contenido curricular, así como para los profesores cuando planifican las secuencias de enseñanza.

Los resultados determinan que los modelos mentales del alumnado de Secundaria y Bachillerato no corresponden a las estructuras esquemática complejas al nivel esperado para su edad. Siendo los estudiantes de 3º ESO y de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología los que destacan por tener, en general, modelos mentales más cercanos a lo que les corresponde. Por lo que la progresión no ocurre simplemente como resultado de la edad, la madurez o la experiencia educativa de una manera lineal.

El uso combinado del recurso dibujo y texto escrito han sido de gran utilidad para la investigación didáctica y la interpretación de datos complementándose entre sí y aportando datos diferentes.

Existe una concepción diferente para los términos de microorganismo y microbio, por lo que es necesario conocer qué terminología emplear en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes siendo el concepto de microorganismo el de menor connotación negativa.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se encuentra incluido en el Proyecto INES: Intervención nutricional Educativa para una Escuela Saludable concedido en el plan de Proyectos de Innovación y Buenas Prácticas Docentes Coordinados 2018-2020 de la Universidad de Granada (Proyecto 579).

Agradecer tanto al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por la concesión de la ayuda FPU17/04913 del primer autor como al grupo de investigación HUM- 613, por participar en su formación y a los centros educativos colaboradores con la investigación, así como a los docentes implicados en su desarrollo.

REFERENCIAS

Allen, M., Bridle, G., & Briten, E. (2015). Life under the Microscope: Children's Ideas about Microbes. *Primary Science*, *136*, 35-38.

Boulter, C. J., & Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science education. In C. Boulter, John K. Gilbert (Eds.) *Developing models in science education* (pp. 41-57). Berlin: Kluwer Academic Publishers.

Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children‘s knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, *33*, 1927-1961.doi:10.1080/09500693.2010.536999

Byrne, J., Grace, M., & Hanley, P. (2009). Children‘s anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms. *Journal of Biological Education*, *44*(1), 37-43. doi:10.1080/00219266.2009.9656190

Byrne, J., & Sharp, J. (2006). Children‘s ideas about micro-organisms. *School Science Review*, *88*, 71-79.

Carey, S. (1985). Conceptual change in childhood. Cambridge, MA: Bradford Books, MIT Press

Carvalho, G. S., Mafra, P., & Lima, N. (2017). Children‘s conceptions about microorganisms and health. In O. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran & P. Childs (Eds.), *Research, Practice and Collaboration in Science Education – Proceedings of ESERA 2017* (pp. 2122-2129). Dublin: Dublin City University.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *6*(2), 109-120.

Inagaki, K., & Hatano, G. (2002). Young Children‘s Understanding of the Mind-Body Distinction. *Child Development*, *64*(5), 1534-1549. doi:10.1111/j.1467-8624.1993.tb02969.x

Jones, M. G., & Rua, M. J. (2006). Conceptions of germs: Expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, *10*(3). Retrieved from http://ejse.southwestern.edu/article/view/7741

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *24*(2), 173-184.

Katz, P. (Ed.) (2017). *Drawing for science education: An international perspective*. Rotterdam: Sense Publishers.

Maxted, M. A. (1984). *Pupils' prior beliefs about bacteria and science processes: their interplay in school science laboratory work*. Vancouver: University of British Columbia. doi:10.14288/1.0096380

Mayerhofer B., N., & Márquez-Bargalló, C. (2009). La influencia de la palabra microbio en las representaciones iniciales de alumnos de primaria. *Revistes Catalanes amb Accés Obert (RACO)*, *0*(Extra), 2073-2079.

Mintzes, J. J., & Wandersee, J. H. (2005). Research in science teaching and learning: A human constructivist view. In *Teaching science for understanding* (pp. 59-92). Cambridge: Academic Press.

Muñoz-Campos, V., Franco-Mariscal, A. J., & Blanco-López, Á. (2018). Modelos mentales de estudiantes de educación secundaria sobre la transformación de la leche en yogur. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15*(2), 2106. doi:0.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2106

Nagy, M. H. (1953). The representation of “germs” by children. *The Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, *83*(2), 227-240.

Ortiz, M. I. D., & Mujica, J. L. H. (2015). Los virus, ¿son organismos vivos? Discusión en la formación de profesores de Biología. *VARONA*, (61), 1-7.

Prats, G. (2006). *Microbiología clínica*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Prokop, P., Fančovičová, J., & Krajčovičová, A. (2015). Alternative Conceptions about Micro-organisms are Influenced by Experiences with Disease in Children. *Journal of biological education*, *50*. doi:10.1080/00219266.2014.1002521

Prout, A. (1985). Science, health and everyday knowledge: A case study about the common cold. *European Journal of Science Education*, *7*(4), 399-406. doi:10.1080/0140528850070408

Pujol i Villalonga, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.

René, E., & Guilbert, L. (1993). *Les représentations du concept de microbe: un construit social contournable?* Paris: Didaskalia.

Romero-López, M.C., Rodríguez-Fernández, A. & Cárdenas-Castellar, M. (2019). Indagando sobre higiene alimentaria en educación primaria. Intervención educativa en un ambiente transcultural. En R. Dalouh, A.J. González-Jiménez & P. Ayala-Almécija (Eds.). *Re-Inventando la Investigación en Salud para una Sociedad Transcultural: Propuestas de Acción* (pp. 181-193). Almería: Universidad de Almería.

Ruiz-Gallardo, J.-R., & Paños, E. (2018). Primary school students'conceptions about microorganisms. Influence of theoretical and practical methodologies on learning. *Research in Science & Technological Education*, *36*(2), 165-184. doi:10.1080/02635143.2017.1386646

Simonneaux, L. (2000). A study of pupils'conceptions and reasoning in connection with «microbes», as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, *22*(6), 619-644. doi:10.1080/095006900289705

Taylor, R., & Andrews, G. (2012). *The Arts in the Primary School*. London: Routledge.

Tretter, T. R., Jones, M. G., Andre, T., Negishi, A., & Minogue, J. (2006). Conceptual Boundaries and Distances: Students'and Experts' Concepts of the Scale of Scientific Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(3), 282-319. doi:10.1002/tea.20123

Woese, C. R., Kandler, O., & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *87*(12), 4576-4579.

USO DO TANGRAM COMO RECURSO DIDÁTICO EM ARTES NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR: CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS NO ENSINO BÁSICO NO BRASIL

Nancy Melo Borges Vieira do Nascimento[1], José Vieira do Nascimento Júnior[2]

[1]Secretaria da Educação do Estado da Bahia - Colégio Estadual Satélite (BRASIL)
[2]Universidade Estadual de Feira de Santana (BRASIL)
jvnjunior@hotmail.com

Resumo

Este texto apresenta os resultados de uma pesquisa realizada com alunos do 7º ano do Ensino Básico, faixa etária de 13 anos, durante aulas de Arte, numa escola pública, em Salvador, Brasil, entre os meses de fevereiro e abril de 2019. Diante das dificuldades apresentadas por alunos desta idade no raciocínio abstrato, para a compreensão de problemas matemáticos e das ciências físicas, propusemos uma hipótese de trabalho, segundo a qual, a disciplina de Arte pode contribuir para desenvolver habilidades necessárias à compreensão de algumas propriedades dos objetos geométricos para a construção do raciocínio lógico espacial, necessário para a resolução de certas tarefas. Essas habilidades podem ser potencializadas a partir da interação dos alunos com situações didáticas idealizadas por intermédio do *tangram* - um jogo de quebra-cabeça, que tem sido utilizado em diversas pesquisas que investigam as articulações entre o lúdico e alguns conteúdos da matemática como os da geometria elementar e que compunha o meio de ensino (*milieu*). O referencial teórico-metodológico adotado foi o da Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau e o da metodologia de pesquisa da Engenharia Didática, de Michèle Artigue. A princípio, investigamos as concepções espontâneas dos alunos sobre objetos geométricos: ponto, reta e ângulo, o que indicou a necessidade de trabalhar propriedades associadas à simetria de figuras planas. Foram identificados alguns obstáculos como a ausência de termos próprios da geometria nas respostas analisadas. No entanto, constatou-se que as propriedades do *tangram* favoreceram o aprendizado, o que foi previsto nos objetivos de ensino. Diante desse quadro, a situação didática intermediou o lúdico e sua parte concreta através do jogo quebra-cabeça *tangram* e a compreensão de noções geométricas abstratas com a de simetria, foi validada, pois os conhecimentos prévios dos alunos e essas noções se aproximaram ao longo do processo.

Palavras-chave: *tangram*; Engenharia Didática; arte; geometria.

INTRODUÇÃO

Os problemas do ensino de geometria, relegado ao abandono no Brasil por volta da segunda metade do século passado, começaram a dar sinais mais significativos a partir dos anos 1990 (Pavanello, 1993). Segundo Andrade e Nacarato (2005), início do século XXI, tornou-se notável a presença de um razoável número de trabalhos publicados nos encontros de professores e educadores matemáticos que expressam uma preocupação quanto ao ensino e à aprendizagem de geometria (Silva, 2015).

Além dos livros didáticos, os *softwares* educativos, os materiais manipuláveis e jogos como o *tangram* constituem ferramentas didáticas relevantes na apresentação e na aquisição de conteúdos geométricos. De acordo com Santana (2006), os jogos podem ser utilizados no desenvolvimento do pensamento abstrato, na formulação de hipóteses e na exploração de objetos geométricos. Por outro lado, o concreto pode ser utilizado para a compreensão das propriedades desses objetos, pontuam Da Costa et al. (2018).

Nesse sentido, estudiosos como Guy Brousseau e Nadine Brousseau (1987), Silva (2005) e Santana (2006) adotaram a inserção do jogo do *tangram* em sala de aula. Esse jogo é um quebra-cabeça constituído por um número limitado de peças cujas formas são triângulos, paralelogramos, etc. Suas peças, quando combinadas, formam figuras humanas, geométricas, de animais, etc. A opção por este recurso nas estratégias de ensino de geometria visa motivar a aprendizagem através de sua ludicidade, mas também a aquisição de conceitos, pois acredita-se que a interação do aluno com o jogo favorece a aprendizagem.

Assim, Santana (2006) relata que didaticamente o professor pode incluir este recurso em suas práticas tendo em vista a possibilidade de inúmeras explorações de conteúdos específicos, entre os quais: semelhança de triângulos, construção de figuras poligonais, o que potencializa aos alunos a construção de conceitos como os de área, fração, congruência e simetrias.

Em sua pesquisa de mestrado, Santana (2006) constatou que a literatura desse jogo ajudou no desenvolvimento do raciocínio geométrico dos sujeitos investigados, a saber, alunos recém-chegados ao 7º ano do Ensino Fundamental. Por outro lado, ela verificou que, de um modo geral, ainda há muito a fazer em termos articulação entre ludicidade dos jogos e formalização matemática dos conteúdos.

No âmbito da Teoria das Situações Didáticas -TSD, Guy Brousseau e Nadine Brousseau (1987), pesquisando os problemas didáticos do ensino dos decimais, enfatizam que a construção de figuras para o aprendizado de números decimais. Eles também relatam que a montagem das peças do jogo serve para medir os lados das figuras geométricas em construção. A partir disso, são trabalhadas noções de grandezas e medidas e suas relações. A estratégia de uso de jogos para construir situações didáticas integra o que Guy Brousseau (2008) entende como construção de um *milieu*[1] que compõe uma das fases da metodologia de ensino e pesquisa por ele denominada de Engenharia Didática – ou simplesmente, engenharia (Brousseau, 2008).

Essa engenharia trata-se de uma metodologia de pesquisa em classe, desenvolvida a partir da década de 1980 por pesquisadores dos Institutos de Pesquisa para o Ensino das Matemáticas da França (Douady, 1987; Chevallard, 1982; Artigue, 1989, 2014; Brousseau, 2008, 2013).

O termo “engenharia” remete a uma analogia entre o papel do professor e o do engenheiro. O termo é atribuído a Michèle Artigue (1989), que compara o trabalho do professor ao do engenheiro, quando aquele se apoia em conhecimentos científicos de sua área, aceita submeter-se a um controle de tipo científico, mas também se vê obrigado a trabalhar com objetos bem mais complexos, ligados à educação, e a enfrentar problemas que a ciência no viés positivista não pode dar em conta, usando todos os meios que dispõe para a construção do conhecimento do aluno.

De acordo com Barquero e Bosch (2018), a Engenharia Didática é uma metodologia de pesquisa que surgiu nos anos 1970 com o propósito de fundar uma ciência da didática, junto com a TSD, se ocupando da interface entre pesquisa e ensino.

Segundo Brousseau (2013), essa metodologia se ocupa em criar modelos consistentes e relevantes de recursos de ensino com um conhecimento preciso, destinados a descrever ou prever e a explicar os eventos observáveis de um determinado episódio de ensino (situações ou currículo) observado ou previsto.

Ainda de acordo com Brousseau (2013), se por um lado, a observação tem por finalidade a coleta de informações que permitirão explicá-las, explicar *a posteriori* seu progresso e seus resultados e permitir sua reprodução. Por outro lado, a previsão tem o propósito de determinar as condições reprodutíveis (viáveis e transmissíveis) de seu desenvolvimento e seus resultados observáveis. Assim, o estudo da consistência e relevância desses modelos refere-se a um exame crítico de todos os conceitos relacionados ao ensino, à aprendizagem e à própria constituição do saber ensinado.

Nesse sentido, Michèle Artigue (2014), enfatiza a importância da interface pesquisa-ensino, ou entre a realidade da classe e a ciência da didática para a validação dos resultados obtidos pelo professor-pesquisador.

Segundo Artigue (2014), essa ideia contribuiu para estabelecer firmemente o lugar do design na pesquisa em educação matemática. Assim, textos fundamentais em relação à Engenharia Didática, tais como os de Yves Chevallard (1982), deixam claro que a ambição da pesquisa didática para compreender e melhorar o funcionamento de sistemas didáticos não pode ser alcançada sem considerar esses sistemas em seu funcionamento concreto, deve-se, então, dar a atenção necessária às diferentes restrições e forças que agem sobre elas. Portanto, a concretização de atividades controladas em classe desempenha um papel proeminente nas metodologias de pesquisa para identificar, produzir e reproduzir fenômenos didáticos e para testar construções didáticas.

[1] A noção de *mileu*, é aqui entendido como meio, mas segundo Michèle Artigue, “o termo é intraduzível “(comunicação pessoal, 22/julho de 2019. Ele é central na TSD (Almouloud, 2007) e forma um tripé, junto com o saber e o aprendiz, que dialoga com este para gerar a aprendizagem. O *mileu* representa as condições do meio, como os recursos materiais e humanos, e que o aprendiz se adaptando a ela aprende.

A metodologia da engenharia pode ser implementada em quatro fases: (I) análises prévias, (II) *a priori* e concepção, (III) experimentação e (IV) análise *a posteriori* com validação, não cronológica necessariamente:

I. primeira fase - análises prévias: é onde se define o objeto matemático e os objetivos de investigação, se situa o objeto de estudo no contexto de pesquisas já realizadas, delimitando aspectos cognitivos, epistemológicos e didáticos relacionados ao conceito ou ao campo investigado, levando em consideração o alcance de onde será realizada a situação didática;
II. segunda fase - análise *a priori*: onde são elaboradas as situações em termos dos seus objetivos e variáveis de comando e didáticas. Estas são analisadas preditivamente no sentido das possibilidades de ação e comportamento dos professores e estudantes;
III. terceira fase – experimentação: onde aplica-se a sequência didática. É neste momento que se põe em funcionamento todo o dispositivo construído, corrigindo-o quando as análises locais do desenvolvimento experimental identificam essa necessidade, o que implica um retorno à análise *a priori*, um processo de complementação;
IV. quarta fase - análise *a posteriori* e validação: aqui é feito um exame detalhado sequência didática à luz da análise *a priori*, dos fundamentos teóricos e das hipóteses e problemática da pesquisa. É a fase onde se coletam os dados que permitirão a construção de protocolos de pesquisa. Esses protocolos serão analisados profundamente pelo pesquisador e as informações daí resultantes serão confrontadas com a análise *a priori,* já realizada. O objetivo nesta fase também é relacionar as observações com os objetivos definidos *a priori* e estimar a reprodutibilidade e regularidade dos fenômenos didáticos identificados. A confrontação das análises *a priori* e *a posteriori* é que possibilitará a validação, ou não, das hipóteses de pesquisa e se o *milieu* foi eficaz para os alunos desenvolverem estratégias que façam avançar seus conhecimentos.

Nesta pesquisa, partimos do quadro teórico-metodológico acima mencionado, aliado a uma abordagem lúdica, buscamos promover o aprendizado num contexto cujo *milieu* pudesse nos revelar indícios de evolução do saber geométrico dos alunos.

Assim sendo, a investigação se insere nas possibilidades metodológicas de pesquisa cuja aplicação inclui de tarefas junto a alunos do 7º ano do Ensino Básico. Os objetos de ensino escolhidos fazem parte do componente curricular elementos de geometria, previstos pela Base Nacional Comum Curricular no Brasil (BNCC), que é o documento oficial que institui o currículo da educação básica no Brasil (Brasil, 2017). Nesse documento é recomendado que se desenvolvam atividades interativas e lúdicas, como experiências que possibilitem às crianças e adolescentes construírem e apropriarem-se de conhecimentos. Desta forma, promovem-se aprendizagens, desenvolvimento e socialização (Brasil, 2017).

As tarefas acima mencionadas, segundo uma leitura da BNCC (Brasil, 2017), possibilitam aos alunos observar, manipular objetos, levantar hipóteses sobre o mundo concreto, buscando respostas às suas indagações.

O material aqui proposto traz um pouco do processo de aprendizagem que vivenciamos e que se reflete na descrição das tarefas e no desenvolvimento e conhecimentos daí derivados.

Assim, construímos a seguinte pergunta de investigação: "É viável a utilização do *tangram* para um aprendizado que permita o aluno do 7º ano ir da geometria concreta a um nível geométrico abstrato?" Para responder a esta pergunta, nos apoiamos na metodologia da Engenharia Didática e na seguinte hipótese de investigativa: "situações didáticas focadas na ludicidade proporcionada pelo *tangram* favorecem a compreensão da propriedade da simetria em figuras planas.

METODOLOGIA

Neste capítulo, apresentamos o modo como a engenharia foi aplicada e a descrição dos procedimentos de coleta de dados adotados para a execução da parte experimental da pesquisa. Também, apresentamos o campo e os sujeitos da pesquisa.

Na investigação foram analisados os processos de ensino e de aprendizagem acerca do objeto matemático noções da geometria elementar apoiados na TSD (Brousseau, 2008). Acreditamos que a construção de situações didáticas favoráveis contendo o *tangram* e a elaboração de tarefas numa perspectiva interdisciplinar entre arte e matemática pôde permitir a compreensão das relações o *milieu* e as situações didáticas e os alunos, sujeitos da pesquisa. A seguir, detalhamos as etapas da metodologia da investigação:

I. nas **análises prévias** realizamos o estudo do objeto matemático simetria por meio de uma breve investigação histórica sobre as noções elementares de geometria, mais especificamente sobre as noções de figuras planas, ângulos. Realizamos, ainda, uma investigação sobre alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil, que envolviam o seu ensino e aprendizagem. Apresentamos nessa fase elementos do referencial teórico adotado e de que forma o *milieu* contemplou *tangram*. Quanto a este, estudamos sua origem, e seus desdobramentos em outros *tangrans* e suas aplicações no ensino da matemática, em particular, no que se refere ao ensino de geometria. Ainda nesta fase investigamos as concepções previas dos alunos quanto às figuras geométricas.
II. na **análise *a priori*** construímos uma sequência didática sobre geometria elementar, cujo objetivo foi a aplicação dos conteúdos de ensino junto aos alunos. A análise do conjunto dessas atividades foi feita dentro das condições que *milieu* proporcionou e das variáveis didáticas que integram a sua organização proposta nesta fase.
III. na **experimentação** aplicamos a sequência de ensino concebida e analisada na fase anterior. Essa fase foi dividida em três momentos: manipulação do jogo para entender suas regras, de acordo com a sequência didática pré-elaborada, a aplicação da sequência didática e do questionário, e análise dos registros fornecidos pelos alunos ao resolverem as tarefas propostas. Portanto, durante a experimentação, a coleta de dados se deu por meio das produções escritas de alunos e dos registros escritos das observações da professora arte - aplicadora da pesquisa.
IV. na **análise *a posteriori* e validação** foi feita a confrontação entre os dados coletados na análise *a priori* e a experimentação. Além disso, procedeu-se a validação da hipótese de trabalho concebida nas análises prévias. Ainda nesta fase, realizamos a análise, *a posteriori* das respostas dos alunos ao conjunto de tarefas que compunha a sequência didática.

A pesquisa foi realizada entre os meses de fevereiro e abril de 2019 e experimentação deu-se em abril, ao longo de 4 horas/aula (50 minutos cada). Quando necessário, o professor apoiava aos alunos na resolução das tarefas. Nas 3 primeiras aulas foram realizadas 3 tarefas (***t***) manuais pelos alunos [t_1: montar um quadrado com as 7 peças; t_2: desenhar, pintar e recortar as formas das figuras do *tangram*; t_3: descreveram as estratégias utilizadas na montagem das peças para formar o todo. Na 4ª aula: t_4: resolução do questionário elaborado pelos pesquisadores a partir das discussões da análise *a priori.*

Os conteúdos foram abordados ao longo das 3 aulas iniciais e contemplaram os seguintes temas:

(aula 1) aspectos ligados ao *tangram* e seu histórico e regras e os conceitos ligados às figuras; (aula 2) outras noções geométricas: propriedades da reta, ângulo e vértice e (aula 3) paralelismo, congruência e simetria.

Os instrumentos de coleta de dados ao longo da pesquisa foram os seguintes:

I. fichas de observação dos relatos iniciais dos alunos sobre o nome das figuras que possuem 3 e 4 lados. O objetivo aqui foi traçar o perfil dos alunos quanto aos conhecimentos prévios em geometria.
II. O segundo instrumento foi um questionário [tarefa t_4] individualizado, realizado na 4ª e última aula.

A unidade escolar escolhida está localizada na região central da cidade de Salvador, Bahia, Brasil. O primeiro critério para a escolha desta instituição foi o de que a unidade pertencesse à rede pública de Educação Básica, voltada para a educação de jovens com algum tipo de deficiência. Outro motivo determinante para a escolha da escola foi o acolhimento que recebemos pela coordenação pedagógica, direção e pelos professores de Matemática, ali lotados.

Nossa primeira abordagem com os professores de matemática foi realizada em 11 de fevereiro de 2019, em que apresentamos, por meio do aplicativo PowerPoint, nossa proposta de pesquisa com a metodologia da engenharia didática, fizemos o convite de participação de docentes e dois deles aceitaram participar. Nesse primeiro contato, conversamos com os professores sobre o ensino de geometria e eles declararam que na escola os conteúdos desse tópico foram trabalhados de forma desarticulada com outros temas da matemática até o ano de 2018. Reforçando essa tendência, as outras disciplinas também são ensinadas de forma isolada.

Os recursos didáticos mobilizados foram constituídos de 40 jogos de *tangram*, papel, giz, lápis de cor e pretos, canetas, apagador e réguas graduadas.

A elaboração das situações foi feita pela equipe multidisciplinar de 4 professores (uma professora de arte, dois de matemática e um de química). A análise dos resultados foi feita pelo professor de química e a de arte. Estes dois são os autores do estudo e a professora de arte conduziu as atividades em sala de aula. Quanto aos alunos, participaram 38 do 7º ano do Ensino Fundamental e a faixa etária era dos 13 anos.

O ESTUDO EXPERIMENTAL

Baseou-se nas concepções prévias dos alunos sobre figuras geométricas, seus elementos e propriedades. À medida em que novas informações sobre essas concepções eram observadas e registradas, adaptações eram feitas para a condução das aulas e construção do questionário (t_4).

Para a aplicação da experimentação inicialmente, prevemos uma situações-problema apoiados no quadro dos Paradigmas Geométricos, segundo Parzysz (2001; 2006) e da TSD (Brousseau, 1997; Margolinas, 2002). Nesse sentido, estudamos por meio da estruturação do *milieu*, os papéis de professores e alunos com relação à sequência didática pré-elaborada. Efetuou-se um estudo sobre a influência das variáveis didáticas escolhidas nas possíveis respostas dos sujeitos. Elaboramos uma sequência didática composta por um conjunto de atividades sobre a Figuras geométricas e suas propriedades, cuja finalidade foi a resolução e a pré-análise da referida sequência pelos professores envolvidos, além da aplicação aos alunos, seguida da análise dos registros desses mesmos alunos pelos professores.

Problemas de reconhecimento e classificação de figuras planas retas

A primeira situação-problema (tarefa, t_1) teve por objetivo o reconhecimento de figuras geométricas planas e retas no *tangram* e a classificação das mesmas.

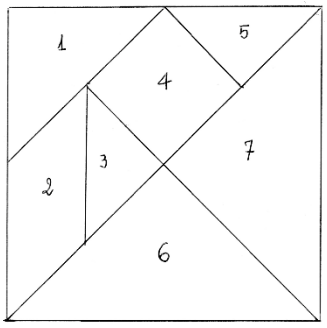


Figura 1. Peças que compõem um tangram formando um quadrado.

No entanto, para iniciar nossa análise, em primeiro lugar, foi necessário evidenciar as variáveis didáticas levadas em conta durante a escolha e construção das atividades propostas. As variáveis didáticas identificadas para esta situação são apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1. Variáveis didáticas e valores.

Variáveis didáticas	Valores
As posições relativas dos elementos que compõem a figura do *tangram*	Horizontais, verticais e oblíquas
As direções dos eixos de simetria sobre a folha	Horizontais, verticais e oblíquas
O tipo de tarefa	Reconhecimento de figura simétrica e construção de eixo de simetria
Ausência da evidência das medidas lados e dos ângulos	Quadriláteros e paralelogramo
Número de lados	Três e quatro

Em todas as peças na Figura 1: (1), (2), (3), (4), (5), (6) e (7) existe a possibilidade de que o número de lados que compõe a figura-objeto influencie favoravelmente na identificação das figuras. A diferenciação entre elas pode ser feita desde que o aluno reconheça a propriedade do paralelismo entre lados opostos nas peças (2) e (4) no *tangram* "sugerido" nesta atividade. Essa possibilidade pode tornar-se mais evidente na peça (4). Supomos que a ausência da evidência das medidas dos ângulos internos em cada uma das figuras pudesse interferir nos procedimentos de resolução, uma vez que não

são oferecidos indícios para o sujeito decidir sobre a classificação dos polígonos (regulares ou irregulares) na situação proposta.

Como consequência da escolha dessas variáveis didáticas, acreditamos que outras técnicas como o espelhamento, dobradura, utilização de instrumentos de desenho geométrico, isto é, compasso, régua graduada e esquadros influenciem, principalmente, no tipo de validação (perceptiva, lógico dedutivo) apresentada pelo sujeito.

Os tipos de soluções que podem ser propostas pelo professor e pelos alunos para a situação acima proposta, podem estar de acordo com os Paradigmas Geométricos (Parzysz, 2001; 2006), onde o aluno pode evoluir de uma geometria não axiomática, ou seja, concreta para um nível geométrico proto-axiomático, sendo que essa geometria axiomática tem como referência o "real" – por exemplo o *tangram* e outros recursos de desenho geométrico, como a régua e o compasso. Estes recursos podem apoiam situações concretas, e, por fim, a geometria num nível abstrato, onde a axiomatização é completamente explicitada.

Ainda segundo Parzysz (2001), podemos esperar de um indivíduo que esteja transitando de uma geometria concreta para outra proto ou mesmo axiomática, ao utilizar as peças do de um desses recursos para construir figuras maiores estará ligando a realidade concreta, comparando medidas, formas, sobrepondo essas formas de forma perceptiva e validando essas operações visualmente. O aluno poderá utilizar como instrumentos de desenho o próprio *tangram*, mas também a régua graduada, esquadro e o compasso para construir a figura imagem, levando em consideração seus conhecimentos de propriedades como paralelismo equidistância e ortogonalidade com relação aos eixos da figura. A percepção pontual poderá ser notada no ato da construção. A validação tem como base as técnicas de construção apoiada no uso desses recursos.

Espera-se que, nesta situação-problema, os sujeitos observem que nas peças (1), (3), (4) e (5) do quadrado formado pela combinação do *tangram* os tipos de figuras formam polígonos regulares. Esses polígonos têm o mesmo número de diagonais que o número de lados; sendo assim, a figura (b) tem 4 eixos de simetria e se for um quadrilátero qualquer – peça (2), não tem nenhum eixo de simetria – esse elemento geométrico, eixo de simetria. Mais tarde, na escola secundária esse elemento de simetria será de grande valia para o estudo da geometria molecular, por exemplo.

A peça (2), sugestiva de um paralelogramo, foi colocada na figura, porque estudos precedentes apontam baixo índice de êxito em atividades de reconhecimento de eixos de simetria, quando comparadas a outros tipos de figuras (Grenier,1988). A percepção da divisão do paralelogramo em duas partes "idênticas" cria a ilusão de existência de eixos de simetria. Nesse caso, as propriedades de congruência entre as duas partes da figura (medida dos ângulos, comprimento dos lados paralelos e a forma semelhante entre as figuras) provocam nos sujeitos a impressão de existência de eixos de simetria. Segundo esta pesquisadora, essa dificuldade na identificação da não existência de eixos de simetria ocorre devido ao fato de os sujeitos ignorarem a propriedade de ortogonalidade numa primeira análise perceptiva. O objetivo desse item no instrumento é observar se o mesmo resultado pode aparecer nos registros dos alunos.

RESULTADOS

No momento da experimentação observamos que os alunos apresentaram muitas dificuldades com relação aos conceitos das figuras e suas partes, sendo necessária, por várias vezes, a intervenção da professora para que eles continuassem os procedimentos de resolução. É importante ressaltar que, em nenhum momento, essas intervenções foram no sentido de dizer aos alunos as respostas das atividades, e sim de apoiá-los a refletirem e continuarem a fazer as tarefas. A papel da professora, nesse caso, pode ser esboçado como aquele que leva o aluno a compreender o objetivo das tarefas propostas nas atividades que compõem a sequência didática e aceitá-la – devolução, segundo Brousseau (2008).

Nesse sentido, a transmissão do saber pela professora teve como foco a reflexão dos alunos, por meio de questionamentos sobre os procedimentos e respostas. As respostas dos alunos a esses questionamentos levaram a professora, passo a passo, a rever sua resposta inicial e a chegar perceptivamente à resposta correta, cuja validação foi local. Nessa fase, o papel da professora pode ser descrito como aquele que, em interação com os alunos, observa e faz a transmissão, propondo situações fundamentais que utilizam como recurso didático o *tangram*.

A síntese dos conhecimentos prévios dos alunos rumo ao saber instituído na classe foi realizada pela professora. Foi observado que a maior parte dos alunos necessitava experimentar as situações para argumentar sobre as propriedades das figuras, sobretudo no conjunto de atividades da primeira tarefa.

Um exemplo que ilustra esse fato foi quando questionamos aos alunos sobre as propriedades do paralelogramo, apenas 5% dos alunos escreveram corretamente "lados paralelos". O restante da turma só observou a não existência de relações entre os lados opostos, quando solicitamos a eles que recortassem a figura com o *tangram* cujas retas opostas são paralelas a cada um dos pares de lados e equidistantes aos vértices do paralelogramo. Nesse momento, observamos que a maioria dos alunos compreendia a noção de paralelismo apenas no quadrado e que tiveram a necessidade de utilizar a manipulação com o *tangram*, concretamente, para identificar, ou não, a existência de lados e ângulos opostos, congruência e elementos de simetria para a identificação e visualização da imagem da figura plana.

Pois bem, a ligação com a realidade, assim, provoca a percepção de que as figuras representadas podem ser polígonos regulares isto é: quadrado, triângulo equilátero e paralelogramo. Os recursos geométricos (*tangram*, régua graduada, compasso) podem ser utilizados para traçar os eixos de simetria, destacar ângulos, determinar pontos etc., para em seguida, validar sua observação por meio de medições nas próprias peças do jogo.

A seguir, é apresentada a análise *a posteriori* sobre a tarefa t_4: respondido pelos alunos momentos antes da síntese dos conhecimentos adquiridos – institucionalização, segundo Brousseau (2008).

Apresentaremos na Figura 2 os elementos da t_4 e na Tabela 1 uma síntese das respostas dos alunos, cuja finalidade foi ter uma ideia global dos tipos de respostas que os alunos forneceram.

t_4: Em cada figura trace os eixos de simetria que são possíveis.

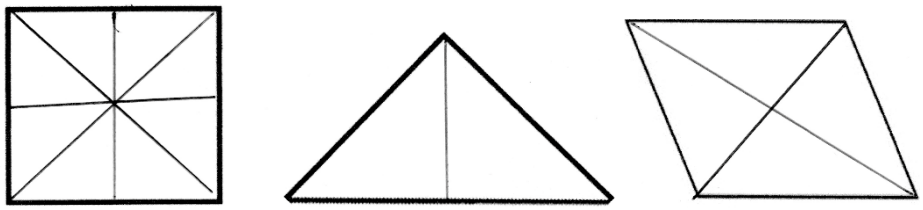


Figura 2. Exemplos de respostas de alunos: eixos de simetria desenhados (a) e (b), em (c), exemplos de falsos eixos de simetria desenhados.

Para a peça (a), apresentamos na Tabela 2, a ocorrência das respostas dos alunos quanto ao número de diagonais e eixos de simetria desenhados pelas duplas de alunos.

*Tabela 2. Respostas em **t_4**: na tarefa temos (a) quadrado, (b) triângulo e (c) paralelogramo, quanto ao número de eixos de simetria, em correspondência com as peças (4); (1), (3), (5), (6) e (7) do tangram.*

Número de eixos de simetria desenhados na figura	Quadrado	Triângulo	Paralelogramo
1	7	26	6
3	-	10	-
2	11	-	26
4	20	-	4
Nenhum eixo	-	2	2
2 diagonais	22	-	-

Como previsto na análise *a priori*, os alunos consideram a figura (a) como um quadrado. A maioria, 20 alunos desenharam 4 eixos de simetria na Figura 2. Desses, 4 justificaram suas respostas da seguinte

forma: “possui 4 eixos de simetria”, mas não citam nenhuma propriedade matemática utilizada nas suas explicações.

Apesar de a maioria dos alunos desenharem no triângulo dado um eixo de simetria, poucos justificaram sua resposta. Dois dos argumentos utilizados foram “nesta figura só há um eixo que forma 2 lados por que só tem 3 vértices” e “porque não há outra ponta para ligar”.

Analisando os registros dos alunos, observamos que a associação de duas variáveis didáticas, as direções dos elementos que compõem a figura dada e a direção dos eixos de simetria na figura, constituem fator de dificuldade na resolução das duplas de alunos. Observamos, ainda, que nenhum dos alunos discutiu o número de eixos de simetria, de acordo com outros tipos de triângulo também possíveis como o equilátero ou escaleno. Inferimos que a não mobilização de conhecimentos prévios necessários na execução da tarefa adicional, como a classificação dos triângulos, de acordo com os lados e a posição do desenho na folha foi uma lacuna nessas respostas.

Conforme previsto na análise *a priori*, o fato de os traços das diagonais do paralelogramo resultarem, visivelmente, em duas outras figuras congruentes - de mesma área com um elemento comum, ou seja, um lado -, cria a ilusão de existência de eixos de simetria, o que pode ter levado a maioria das duplas de alunos a desenharem na figura dada o que seriam dois eixos de simetria. Observamos, por meio da Tabela 4, que dos 38 alunos, 26 desenham na figura dada dois falsos eixos de simetria, referentes às diagonais do paralelogramo.

Em 53% das respostas sobre o quadrado, Figura 5(a), identificamos a utilização do *tangram* previsto em nossa análise *a priori* nos procedimentos de resolução, mas só 26% das respostas trazem justificativas. Parece-nos que os alunos utilizaram como recurso para desenhar os eixos de simetria. Isso evidencia que a validação perceptiva ainda é prevalente.

Já o paralelogramo teve validação intuitiva por meio do desenho de alguns falsos eixos de simetria na figura dada.

Os procedimentos de resolução, identificados nos registros dos alunos, se deu à mão livre ou com régua para os eixos de simetria do quadrado. No caso do paralelogramo, a não utilização de nenhuma técnica disponível (*tangram*, dobradura ou espelhamento) e o fato de os traços das diagonais do paralelogramo resultarem visivelmente em duas outras figuras congruentes criaram a ilusão de existência de eixos de simetria.

As variáveis didáticas que influenciaram diretamente nos procedimentos de resolução foram: no quadrado, as direções (horizontais e verticais) dos elementos que compõem a figura, as direções (horizontal vertical e oblíqua) dos eixos de simetria sobre a folha de papel e a ausência da evidência das medidas dos lados e dos ângulos; no triângulo foram direções (horizontais e oblíquas) dos elementos que compõem a figura e; finalmente, no paralelogramo, devido à complexidade da figura, o número de eixos de simetria da figura (nesse caso, nenhum eixo), as direções (horizontais e oblíquas) dos elementos que compõem a figura e a ausência da evidência das medidas dos lados e dos ângulos.

Por fim, levando em conta nossa análise *a priori*, de acordo com os Paradigmas Geométricos, para todos os itens da t_4, classificamos as respostas dos alunos como ainda na geometria concreta de acordo com o modelo apresentado por Parzysz (2001; 2006). Esse argumento é reforçado quando identificamos na maioria dos registros falha na mobilização de conhecimentos prévios necessários para responder corretamente às atividades propostas, mais abstratas, como a identificação de eixos de simetria. O não acesso a conhecimentos como classificação de polígonos, entre outros, e ainda uma possível confusão no conceito de simetria, impossibilitaram a obtenção de maior êxito na tarefa proposta. No geral, parece que no caso de polígonos, existe uma correspondência entre o número de vértices das figuras e a existência de eixos de simetria, evidenciado em t_4. Entretanto, em grande parte das respostas (68%), há indícios de que no caso de paralelogramo há uma clara correspondência entre o número de vértices da figura e a existência de eixos de simetria.

CONCLUSÕES

Neste estudo, discorremos sobre os aspectos metodológicos e teóricos em pesquisa em ensino importantes. Eles são as análises que possibilitaram uma previsão de possíveis procedimentos de resolução e respostas a serem apresentadas por e alunos, sujeitos da pesquisa, e as dificuldades que podem surgir no ensino da geometria na Escola Básica. A utilização da Engenharia Didática como metodologia de pesquisa influenciou diretamente na escolha da técnica do uso do *tangram* como

proposta de recurso para resolver tarefas cujo objetivo é intermediar a mudança do nível perceptivo para o abstrato no aluno tendo como tema propriedades geométricas das figuras planas a exemplo da simetria.

Neste sentido, percebemos que a maneira como o professor de arte lida com a noção de simetria, através do *tangram,* tanto pode explorar aspectos lúdico-concreto para determinadas situações didáticas, assim como para conduzir o aluno a uma geometria no nível axiomático.

Mais ainda, notamos que o fato de os alunos pesquisados ignorarem a ortogonalidade e, às vezes, a conservação da distância como propriedades da simetria ainda está arraigada na geometria concreta, uma vez que o domínio de validade desses sujeitos se restringiu à percepção por meio da visualização.

Portanto, os dados obtidos nesta pesquisa nos permitem responder a principal pergunta de investigação: "É viável a utilização do *tangram* para um aprendizado que permita o aluno do 7º ano ir da geometria concreta a um nível geométrico abstrato?" Podemos inferir que esta pesquisa nos forneceu condições de responder a esta questão, ao menos parcialmente. Sim é possível que "Situações didáticas focadas na ludicidade proporcionada pelo *tangram* favoreçam a compreensão da propriedade da simetria em figuras planas".

Por fim, pontuamos que através desse estudo é possível guiar o trabalho colaborativo entre professores de arte, matemática e ciência físicas e isso é promissor no sentido de estreitar parcerias entre docentes de diferentes disciplinas num quadro que exija a superação das dificuldades ao lidarmos com temas curriculares mais complexos, em particular, a simetria de figuras planas.

REFERÊNCIAS

Almouloud, S. A., & Silva, M. J. (2012). Engenharia didática: evolução e diversidade Didactic engineering: evolution and diversity. *Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT, 7*(2), 22-52.

Almouloud, S. A. (2007). *Fundamentos da Didática da Matemática*. Curitiba: Editora UFPR.

Andrade, J. A. A., & Nacarato, A. M. (2005). Tendências didático-pedagógicas no ensino de Geometria: um olhar sobre os trabalhos apresentados nos ENEMs. *Educação Matemática em Revista, 11*(17), 61-70.

Artigue M. (2014). Didactic Engineering in Mathematics Education. In S. Lerman (Ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 137-191). Dordrecht: Springer.

Artigue, M. (1989). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 9*(3), 281-308.

Barquero, B., & Bosch, M. (2018). Engenharia didática como metodologia de pesquisa: de situações fundamentais a percursos de estudos e pesquisas. 275-304. In S. A. Almouloud, L. M. S. Farias, A. Henriques (Eds.), *A teoria antropológica do didático: princípios e fundamentos* (pp. 274-275). Curitiba: Editora CRV.

Ministério da Educação do Brasil (2017). *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base*. Retirado de https://tinyurl.com/vlkw4tl

Brousseau, G. (2008). *Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino*. São Paulo: Ática.

Brousseau, G. (2013). *Introduction à l'Ingénierie Didactique*. Retrieved from https://tinyurl.com/y82oh8pb

Brousseau, G. (1997). *La théorie des situations didactiques: Le cours de Montréal*. Unpublished manuscript, Université de Montréal, France. Retrieved from https://tinyurl.com/t39ek7c

Brousseau, G., & Brousseau, N. (1987). *Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire*. Bordeaux: IREM de Bordeaux. Retrieved from https://tinyurl.com/ryhza5g

Chevallard. Y. (1982). Sur l'ingenierie didactique. In *Anais da deuxième École d'Été de Didactique des Mathématiques* (pp.124-128). Rennes: IREM.

Da Costa, L.P., Verrengia, S.R.A., Pavanello, R.M., Oliveira, L.L.A., & Carli, F.A.R. (2018). *A geometria na educação infantil: O quê? Por quê? Como?* Curitiba: CRV Editora.

Douady, R. (1987). Un exemple d'ingénierie didactique où sont à l'œuvre jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Publications mathématiques et informatique de Rennes*, 5(1), 1-17. Retrieved from https://tinyurl.com/smseed7

Grenier, D. (1998). *Construction et étude du fonctionnement d'un processos d'enseignement sur la symétrie orthogonale en sixiême*. (Doctoral thesis, Université Joseph Fourier Grenoble I, Grenoble, France). Retrieved from https://tinyurl.com/t7tnl5c

Margolinas, C. (2002). Situations, milieux, connaissances : analyse de l'activité du professeur. In J.L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Eds.), *Anais da 11ème Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques* (pp. 141-156). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Parzsyz, B. (2001). Articulation et dedution dans une démarche géometrique em PE1. In *Anais da 28ème colloque COPIREM (tours)* (pp. 99-110). Orléans: Université d'Orléans.

Parzsyz, B. La géométrie dans l'enseignement secondaire et em formation de professeurs des écoles: de quoi s'agit-il? *Quaderni di Ricerca in Didática*, *17*, 128-151.

Pavanello, R. M. (1993). O abandono do ensino de geometria no Brasil: causas e consequências. *Zetetiké, 1*(1) 7-17.

Santana, W. M. G. (2006). *O uso de recursos didáticos no ensino do conceito de área: uma análise de livros didáticos para as séries finais do ensino*. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/szhmwgp

Silva, C. V. (2015). *A prática docente e sua influência na construção de conceitos geométricos: um estudo sobre o ensino e a aprendizagem da simetria ortogonal* (Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/r4my26x

Silva, M. J. F. (2005). *Investigando saberes de professores do Ensino Fundamental com enfoque em números fracionários para a quinta série.* (Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/r4my26x

POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DE EXPOSIÇÕES INTERATIVAS

Paula Feio Menezes[1], Pedro Reis[2]

[1]Escola Secundária Manuel de Arriaga, Açores (PORTUGAL)
[2]Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (PORTUGAL)
pamenezes@sapo.pt

Resumo

As sociedades modernas necessitam cada vez mais de jovens críticos, ativos e participativos, tornando-se urgente envolver os alunos na construção do seu próprio saber, na divulgação das suas aprendizagens e na intervenção ativa na sociedade (Reis, 2013). A preparação e a dinamização de uma exposição científica podem proporcionar aos alunos importantíssimos ambientes de aprendizagem, uma vez que os mesmos podem investigar sobre áreas dos seus interesses para posteriormente criarem e promoverem situações que dependem da sua criatividade e da vontade de levar os outros a apreenderem conteúdos ou conceitos de uma forma informal (Marques & Reis, 2018).

A comunicação em formato de *poster* tem como objetivo apresentar os resultados do projeto de intervenção pedagógica realizado com alunos do 9º ano de escolaridade, de quatro turmas da Escola Secundária Manuel de Arriaga (Horta, Açores). O estudo foi realizado no ano letivo 2017/2018, na disciplina de Ciências Naturais, e pretendia perceber quais as potencialidades educativas da conceção e da dinamização de uma exposição interativa na motivação e nas aprendizagens dos alunos sobre o equilíbrio do corpo humano e a manutenção da saúde.

Tratou-se de um estudo sobre a própria prática pedagógica alusiva à temática do funcionamento do corpo humano e da educação para a manutenção da saúde. A investigação, que assentou na construção de objetos interativos para a dinamização de uma exposição interativa, teve uma abordagem qualitativa. Os dados foram obtidos da observação participante dos alunos durante o processo de construção do objeto e na dinamização da exposição, da avaliação dos trabalhos realizados pelos alunos e da análise de um questionário aplicado aos visitantes e outro aplicado aos alunos após a exposição.

Concluiu-se que a conceção e a dinamização de uma exposição interativa: contribuiu positivamente para a motivação dos alunos e que esta aumentou ao longo do processo; permitiu aos alunos aprenderem melhor e adquirirem mais conhecimento sobre o tema em estudo; conduziu a um melhor relacionamento entre os alunos e possibilitou o desenvolvimento de competências de ativismo nos alunos. As principais dificuldades incidiram na gestão do tempo durante o desenvolvimento do trabalho. De um modo geral, os participantes e os visitantes referiram que foi uma experiência muito interessante. O estudo, como nova estratégia de ensino-aprendizagem, revelou-se muito positivo e com inúmeras potencialidades para os professores.

Palavras-chave: Exposição interativa; cidadania ativa; trabalho de grupo; motivação; manutenção da saúde

INTRODUÇÃO

As sociedades vivem momentos difíceis e a escola ocupa um papel fundamental na intervenção e na formação dos alunos enquanto cidadãos. Uma das grandes finalidades da educação, face à sociedade em que vivemos, deve ser a de preparar os jovens para serem cidadãos ativos, autónomos e responsáveis para que possam ser capazes de agir de forma crítica e fundamentada. Só deste modo poderemos estar a contribuir para formar jovens que funcionem como agentes de mudança, que sejam capazes de propor soluções para a resolução dos inúmeros problemas que afetam o bem-estar das sociedades (Reis & Marques, 2016a) e que contribuam para o fortalecimento das sociedades e da democracia (Marques & Reis, 2018). Hodson (2011) refere que é necessário formar cidadãos cientificamente literatos para poderem enfrentar os problemas atuais e futuros da humanidade. Assim, a escola é duplamente responsável, porque, além de ter de promover aprendizagens nas mais diversas áreas, incluindo a das ciências, tem que adotar estratégias que capacitem os jovens para uma cidadania ativa. Para tal, é fundamental promover um ensino contextualizado, diversificar os métodos de ensino, inovar nas estratégias, proporcionar momentos de discussão para a resolução de problemas e desenvolver projetos que permitam aos alunos tomar decisões e ter iniciativas.

Segundo Azinhaga e Reis (2016), a educação na área das ciências tem um papel fundamental. Os alunos necessitam de ser críticos e construtores do conhecimento tornando-se cidadãos cientificamente cultos e capazes de participarem de forma ativa e responsável na procura/proposta de soluções para os desafios que a sociedade enfrenta. Para tal, são necessárias propostas curriculares que permitam aos alunos questionar, encontrar os seus próprios caminhos de investigação, discutir diferentes perspetivas, desenvolver as suas próprias conclusões e definir linhas de ação (Bencze & Carter, 2011; Reis, 2014). Estas iniciativas, segundo Linhares e Reis (2016, p. 1557):

> "pretendem esclarecer e dotar os alunos de conhecimentos sobre alguns dos problemas atuais, suscitar momentos de reflexão e atitudes críticas face às informações com as quais lidamos no dia a dia permitindo uma tomada de decisão e atuação responsável sobre estas questões".

As estratégias utilizadas em sala de aula, fruto de extensos programas, privilegiam muitas vezes a memorização mecânica como forma de se atingir o conhecimento. A aquisição de conhecimentos assente na memorização mecânica não conduz obrigatoriamente a uma mudança de comportamentos, nem ao desenvolvimento de novas atitudes por parte dos alunos. A escola deve deixar de ter um papel predominantemente transmissivo e passar a proporcionar situações de aprendizagem que disponibilizem aos alunos informação científica nas mais diversas áreas para que possam analisar o mundo que os rodeia de uma forma crítica e fundamentada (Dias & Reis, 2017).

O ativismo dos alunos sobre controvérsias sociocientíficas, segundo Reis (2013, p. 4), tem o poder de: "aumentar: a) o seu conhecimento acerca destas questões, b) as suas competências de investigação e cidadania, e, eventualmente, c) o bem-estar dos indivíduos, das sociedades e dos ambientes."

Com a implementação deste projeto pretendeu-se diversificar as estratégias de ensino/ aprendizagem com o objetivo de se contribuir para o desenvolvimento de aprendizagens transversais, como sejam: selecionar e organizar informação, a partir de fontes diversas e de forma cada vez mais autónoma; aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos, bem como, formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Além disso, os alunos trabalharam no sentido de adquirirem algumas das competências previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (DGE, 2016), nomeadamente, competências na área da informação e da comunicação, do raciocínio e da resolução de problemas, do pensamento crítico e criativo, do relacionamento interpessoal e do bem-estar e saúde. A implementação de uma atividade deste tipo, em sala de aula, promove o trabalho de grupo e desenvolve nos alunos atitudes de cooperação/colaboração e cidadania ativa fundamentais nas sociedades atuais.

A relevância do estudo realizado incide no aumento de conhecimento sobre as potencialidades da conceção e da dinamização pelos alunos de uma exposição interativa, contribuindo para melhorar e enriquecer as práticas letivas, ao mesmo tempo que promove, nos alunos, o desenvolvimento de competências fundamentais para uma cidadania ativa. O problema da investigação foi perceber "quais as potencialidades educativas da conceção e da dinamização pelos alunos das exposições interativas sobre o equilíbrio do corpo humano e a manutenção da saúde?". A investigação teve como objetivos: perceber quais as potencialidades da realização de uma exposição interativa na aprendizagem de conhecimentos; conhecer qual o impacto da conceção e da dinamização da exposição interativa na motivação dos alunos; e perceber quais as potencialidades da realização de uma exposição interativa no desenvolvimento de competências de ativismo (de ação sociopolítica) nos alunos.

As sociedades modernas necessitam cada vez mais de jovens críticos, ativos e participativos. A formação dos professores tem tentado acompanhar a evolução das sociedades, as mudanças ocorridas nas vivências dos jovens e a alteração de postura face ao avanço da tecnologia. Contudo, apesar dos investimentos feitos na formação inicial dos professores e da dedicação de muitos, os docentes sentem cada vez mais dificuldades em motivar os seus alunos.

A preparação e a dinamização de uma exposição científica podem proporcionar aos alunos importantíssimos ambientes de aprendizagem, uma vez que os mesmos podem investigar sobre áreas dos seus interesses para posteriormente criarem e promoverem situações que dependem da sua criatividade e da vontade de levar os outros a apreenderem conteúdos ou conceitos de uma forma informal e a mudarem comportamentos (Marques & Reis, 2018). Além disso, leva os alunos a sentirem que promoveram uma ação comunitária e que contribuíram para a aprendizagem de outros – cidadania ativa. Hodson (2014) defende que uma educação que vise a ação permite que os alunos fiquem melhor preparados para participarem em ações responsáveis sobre questões sociais, económicas, ambientais e éticas. A compreensão dos problemas atuais com que a sociedade se depara e a preparação para que os jovens possam agir requerem uma nova visão da função e da cultura de escola (Blatt, 2014). O

facto de os alunos conceberem objetos interativos permite-lhes aprender com alguma diversão e prazer, contribuindo para uma maior eficácia das aprendizagens (Silva & Faria, 2011).

A interatividade é fundamental para o sucesso da exposição. Wagensberg (2001) definiu três níveis de interatividade: manual ou hands-on, que pressupõe que o visitante manipule modelos, objetos e montagens para compreender o funcionamento e o desenrolar de fenómenos naturais; mental ou minds-on, que permite ao visitante praticar a inteligibilidade da ciência levando-o a estabelecer associações com a sua vida quotidiana e, por fim, a interatividade emocional ou heart-on, que deve levar o visitante local a identificar-se com a exposição e promover uma nova cultura quando o visitante não é local (Marques, 2016).

Deste modo, os objetos idealizados e construídos pelos alunos devem permitir a manipulação pelos visitantes e consequentemente possibilitar aprendizagens sobre temas diversos. Os alunos recorrem frequentemente à elaboração de jogos com questões porque esta estratégia, além de proporcionar um momento lúdico, permite a interação com os visitantes e promove situações de verdadeira aprendizagem. Segundo Marques (2016, p. 46) se:

> "o pretendido é estimular uma aprendizagem mais profunda, então o artefacto a planear pelos alunos deverá ativamente envolver o visitante, destinando-lhe tarefas a cumprir – as quais permitem a aplicação do novo conhecimento que lhe é apresentado. É importante também estimular a reflexão sobre a experiência que está a realizar".

Esta investigação foi pensada com base nos projetos "IRRESISTIBLE" – *Including Responsible Research and Innovation in cutting-edge Science and Inquiry-based Science Education to improve Teacher's Ability of Bridging Learning Environment* (Apotheker, Blonder, Akaygun, Reis, Kampschulte & Laherto, 2017) e "WeAct" – *Promoting Collective Activism on Socio-Scientific Issues* (Reis, 2014).

O projeto "IRRESISTIBLE" foi criado com a finalidade de estimular a participação de alunos e do público em geral no processo de Investigação e Inovação Responsáveis (IIR), através da formação de professores. Este projeto visa combinar a educação formal (escola) e informal (centros e museus de ciência) e compreende o desenvolvimento de módulos de ensino criados pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA). Estes módulos, aplicados em sala de aula, versam temas previamente escolhidos e compreendem um conjunto de atividades de caráter investigativo abordando aspetos de IIR. Cada módulo é concebido tendo em conta a estratégia de *Inquiry Based Science Education* (IBSE) e inclui o modelo de ensino dos 5E de Bybee (2002): *Engage, Explore, Explain, Elaborate* e *Evaluate* aos quais foram adicionadas duas etapas − *Exchange* e *Empowerment,* que implicam o desenvolvimento de exposições pelos alunos. As Comunidades de Aprendizagem envolvem a participação de professores e educadores em ciências, cientistas que investigam nas áreas científicas escolhidas e especialistas em educação não formal (Marques & Reis, 2018).

O projeto "WeAct" é um projeto que surge com a necessidade de capacitar professores e alunos para a realização de ações coletivas sobre controvérsias sociocientíficas e socioambientais (Reis, 2014). O objetivo do projeto foi alterar as práticas educativas, promover a construção de novos materiais que apoiassem os professores e que estimulassem os alunos a participarem na discussão de controvérsias sociocientíficas do dia-a-dia, preparando-os para uma participação ativa e fundamentada na sociedade (Reis, 2014).

METODOLOGIA

O projeto foi aplicado aos alunos de quatro turmas do 9.º ano de escolaridade (B, C, D e E) da disciplina de Ciências Naturais, num total de sessenta e sete alunos. O tema escolhido foi "Viver Melhor na Terra" com ênfase para o equilíbrio do corpo humano/manutenção da saúde.

A metodologia utilizada neste estudo consistiu numa investigação qualitativa sobre a própria prática pedagógica da investigadora (Ponte, 2002), que permitiu realizar uma investigação com impacto direto no seu desempenho como docente e nas atividades desenvolvidas com os seus alunos.

Os alunos tiveram acesso a um guião com a proposta do trabalho de grupo onde constavam as finalidades, os objetivos, as tarefas a realizar, os temas, a modalidade/tipo de objeto, o prazo de entrega e os critérios de avaliação. Salientou-se aos alunos que o trabalho tinha como finalidade alertar os visitantes para o tema do equilíbrio do corpo humano/manutenção da saúde, bem como, criar interações entre os visitantes e os alunos e entre eles e os objetos. Além disso, pretendia-se que a exposição desse a oportunidade dos alunos compartilharem com os outros os seus conhecimentos e

as suas aprendizagens, desempenhando um papel ativo na sociedade – cidadania ativa (Reis & Marques, 2016a).

O trabalho compreendia a construção de um objeto para a exposição interativa, a elaboração de um questionário para os visitantes e a participação na montagem e dinamização da exposição.

A recolha de dados do estudo ocorreu em contexto natural de sala de aula e no decorrer da exposição tendo-se utilizado como instrumentos, grelhas de observação, avaliação dos trabalhos realizados e um inquérito aplicado aos alunos e outro aos visitantes da exposição. A observação ocorreu em dois momentos distintos: durante a conceção do objeto (sala de aula) e durante a dinamização da exposição (átrio da escola). Durante as aulas disponibilizadas para a elaboração do trabalho foram observados os seguintes indicadores: interesse e motivação pela atividade; interação no grupo; cooperação nas tarefas de grupo e capacidade de trabalhar em grupo. No dia da dinamização da exposição, além do interesse e da motivação pela atividade e da participação nas tarefas do grupo, foi também observado o domínio dos conhecimentos. O questionário aplicado aos visitantes da exposição foi elaborado com o contributo dos alunos envolvidos na exposição que propuseram questões que foram analisadas e selecionadas. O questionário aplicado aos participantes foi concebido com base em questionários já existentes e validados (Reis, 2014; Reis & Marques, 2016b; Reis & Tinoca, 2018), tratando-se de um questionário misto, composto por trinta e oito questões de resposta fechada e uma questão de resposta aberta. Este questionário foi organizado em torno de dois objetivos: conhecer a opinião dos alunos relativamente a alguns aspetos do funcionamento e interesse das aulas de Ciências Naturais (ACN) do ano letivo em questão e, ao mesmo tempo, averiguar a opinião dos alunos sobre assuntos relacionados com a conceção e a dinamização de exposições interativas (EI). Os objetos concebidos pelos alunos foram avaliados, tendo em conta os parâmetros apresentados no guião e a sua avaliação foi utilizada como um dado para a investigação.

Os dados obtidos pela observação participante foram organizados e tratados tendo por base duas das questões de investigação: motivação dos alunos durante a conceção dos objetos e na dinamização da exposição interativa e o domínio dos conteúdos na dinamização da exposição. Os dados obtidos através dos questionários aplicados aos visitantes e aos alunos participantes foram sujeitos a um tratamento estatístico descritivo, tendo sido convertidos em gráficos elaborados com o objetivo de facilitar a análise e a discussão dos mesmos. Relativamente às respostas dadas à questão aberta foi efetuada uma análise de conteúdo (Bardin, 2016). Deste modo, todos os questionários foram lidos uma primeira vez; após a análise das respostas foram criadas categorias que permitiam a codificação de cada uma delas e por fim foram elaboradas tabelas de frequência e os resultados foram convertidos num gráfico de nuvem de palavras.

RESULTADOS

Nesta secção são apresentados os resultados das observações realizadas durante o processo de construção do objeto e durante a dinamização da exposição. De seguida, é exposta uma breve análise ao inquérito dos visitantes e para finalizar é divulgada a análise realizada a algumas questões dos questionários aplicados aos alunos participantes.

Relativamente às observações em sala de aula salienta-se que o interesse e a motivação foram aumentando ao longo das sessões destinadas à construção do objeto o que revela que a estratégia contribuiu para a motivação dos alunos. A utilização de uma grelha de observação e registo permitiu verificar que 48,4% dos alunos demonstraram muito interesse e motivação e 27,2% demonstraram um interesse e motivação razoáveis. Os registos efetuados ao nível do domínio dos conhecimentos pelos alunos aquando da dinamização da exposição revelaram um nível muito bom (97% dos alunos demonstraram dominar os conteúdos).

A Fig. 1 apresenta algumas das fotografias que foram tiradas durante a dinamização da exposição e que refletem o grau de confiança de alguns alunos e o ambiente que se viveu naquele dia. Verificou-se que os participantes assumiram com verdadeira dedicação e competência a tarefa de dinamizar a exposição, dando a conhecer aspetos importantes do funcionamento do nosso organismo, ao mesmo tempo que salientavam a necessidade de se adquirirem hábitos de vida saudáveis.

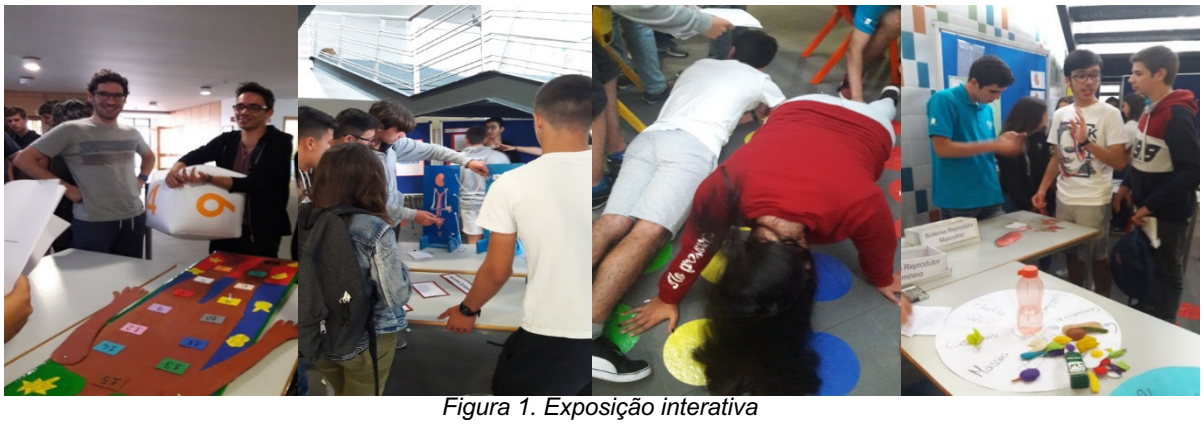


Figura 1. Exposição interativa

As quatro turmas envolvidas no projeto conceberam dezasseis trabalhos. É de salientar que dez objetos apresentaram uma qualidade elevada, quer ao nível dos materiais, quer ao nível da criatividade e interatividade. A motivação e a responsabilidade dos grupos de trabalho foram fundamentais para o sucesso dos trabalhos concebidos. A avaliação dos trabalhos foi tida em consideração, uma vez que o desempenho apresentado pelos alunos poderá contribuir para a vontade de, futuramente, participarem em atividades similares.

Relativamente ao inquérito apresentado aos visitantes, verificou-se que a grande maioria dos respondentes (80,6%) achou a exposição muito interessante. É de salientar o facto de 98,1% dos visitantes considerarem que a exposição estava bem organizada e 98,7% referirem que gostaram do modo como as atividades lhes foram apresentadas. Além disso, 81,3% dos visitantes referiram que gostavam de participar na realização de uma exposição como esta e 91,6% dos visitantes gostariam de visitar mais exposições como esta, sobre outros temas, o que se revela muito interessante porque poderá servir de motivação para que outros docentes desenvolvam este tipo de atividade. Para finalizar, é importante referir que 76,1% dos inquiridos consideraram que aprenderam algo de novo com a exposição.

Nas respostas dadas aos questionários aplicados aos alunos estes referem que nas aulas de Ciências Naturais (gráfico 1):

- aprenderam a agir de forma socialmente responsável (97%);
- realizaram aprendizagens que lhes permitem ter uma maior intervenção na sociedade (95%);
- se sentiram mais motivados para aprender (91%) e que aprenderam melhor quando realizaram um projeto (89%).

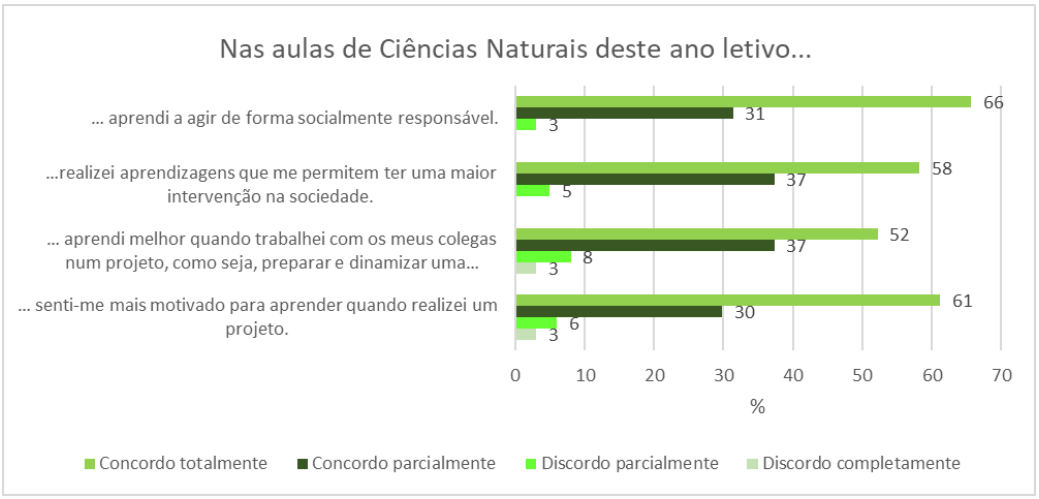


Gráfico 1. Respostas dos alunos ao questionário

Os alunos referiram também que a construção de uma exposição científica sobre um determinado tema permite-lhes aprender mais sobre esse tema (94%) e motiva-os (92,5%). Além disso, consideram

importante envolverem-se em atividades junto da comunidade, referindo que a construção de uma exposição científica sobre um tema relacionado com a saúde permite estimular o desenvolvimento de competências ativistas nos alunos, nomeadamente, poderem transmitir conceitos importantes aos visitantes, alertando-os para a promoção da saúde e fazendo-os ao mesmo tempo sentirem-se úteis à sociedade (96% - gráfico 2).

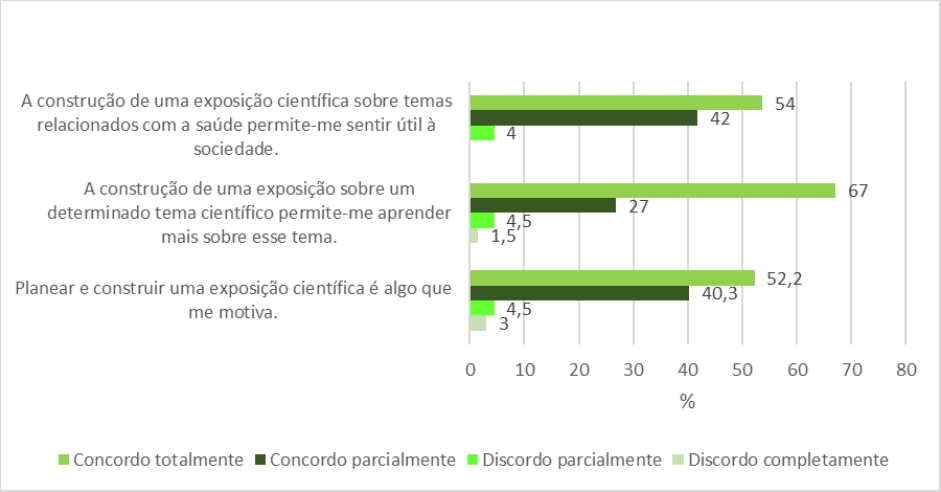


Gráfico 2. Respostas dos alunos ao questionário

As respostas dadas à questão aberta, que pretendia que os alunos caracterizassem esta atividade com uma palavra ou uma frase, foi alvo de análise de conteúdo. A codificação das respostas permitiu a elaboração de uma tabela de frequências que levou à construção do gráfico 3.

Gráfico 3. Palavras mais usadas na questão de resposta aberta

Dos sessenta e sete alunos que participaram nesta atividade a caracterização de “interessante” foi a que mais apareceu (16 alunos), onze referiram “educativa” e sete “boa”, “fantástica” e “lúdica”. Com menor expressão apareceram as expressões “muito boa”, “inovadora”, “professor”, “responsabilidade” e “participativa”.

CONCLUSÕES

Tendo em conta a revisão da literatura efetuada constata-se que os resultados obtidos com a aplicação deste projeto vão ao encontro das conclusões patentes nos estudos apresentados por Linhares e Reis (2016, 2019), na medida em que contribuíram para as aprendizagens efetuadas ao nível dos conteúdos abordados (manutenção da saúde e equilíbrio do corpo humano). Além disso, os resultados ao nível do desenvolvimento de competências de ativismo são similares às conclusões dos estudos de Azinhaga et al (2017) e Marques e Reis (2018) que apontam para a mais valia desta estratégia para o envolvimento dos alunos na informação da comunidade sobre temas relevantes para a sociedade, como seja, o funcionamento do corpo e a manutenção da saúde.

A implementação deste tipo de práticas pedagógicas despertará nos jovens a vontade de participarem em atividades junto da comunidade em que se inserem, levando-os a sentir que estão a contribuir para

uma sociedade mais equilibrada e mais informada. É urgente que as salas de aula se transformem em locais de discussão e reflexão sobre os problemas que afetam as sociedades. Deste modo, os alunos terão que assumir posições fundamentadas e poderão funcionar como agentes de mudança no seio familiar (Reis, 2013). A promoção de diferentes atividades em sala de aula, com recurso a metodologias que abarquem o ativismo, pode contribuir para capacitar os alunos de competências diversas, sendo que é fundamental despertar nos nossos jovens o gosto para serem cidadãos ativos e críticos, pois só dessa forma eles poderão no futuro desenvolver iniciativas junto da comunidade (Reis, 2013).

A análise dos resultados permitiu concluir que durante a conceção dos objetos os alunos estavam motivados e verificou-se que a motivação aumentou ao longo do tempo. A motivação observada durante a dinamização da exposição foi bastante notória, não só através do envolvimento dos alunos, como pelas respostas dadas pelos visitantes ao inquérito. Além disso, a qualidade da maioria dos trabalhos é indicadora do empenho e da dedicação dos alunos. Os resultados obtidos pela análise das respostas ao questionário aplicado aos alunos após a exposição evidenciam que a conceção e a dinamização de uma exposição interativa contribuíram positivamente para a motivação dos participantes.

Relativamente à aprendizagem de conteúdos, os alunos referem que aprenderam melhor com a realização de um projeto deste tipo e que a construção de uma exposição interativa lhes permitiu adquirir mais conhecimento sobre o tema em estudo. O modo como a maioria dos alunos dinamizou o seu objeto, questionou os visitantes e esclareceu dúvidas foi bastante elucidativo do domínio dos conteúdos por parte dos alunos. A dinamização da exposição por parte dos alunos foi um momento extraordinário em todo este processo. Constatou-se que os alunos assumiram com imensa responsabilidade a condução e dinamização das atividades ao longo do dia. Apresentaram com habilidade os seus objetos, questionaram os visitantes e levaram-nos a refletir em situações do dia-a-dia e que colocam em risco a sua saúde e a das populações.

As repostas dadas pelos alunos ao questionário demonstraram que os alunos se sentem com capacidade para planear e construir uma exposição interativa, sobre um tema científico atual e relevante. Além disso, a maioria considera que aprendeu como pode desencadear iniciativas para promoção da saúde e sente que, ao desenvolver este tipo de atividades, está a ser útil à sociedade. Estes dados permitem, com alguma confiança, afirmar que este projeto possibilitou o desenvolvimento de competências de ativismo.

A análise das respostas dos alunos, dos visitantes, bem como as observações efetuadas permite afirmar que a conceção e a dinamização de uma exposição interativa têm imensas potencialidades, podendo desempenhar um papel relevante na formação integral dos jovens.

Com base no que foi apresentado verificou-se que a intervenção pedagógica utilizada permitiu conceber uma nova forma de ensino das ciências que se revelou fundamental para que os alunos desenvolvam atitudes de autonomia, aprendam a pesquisar em diversas fontes selecionando o essencial e consigam criar um objeto interativo. Na fase final, através da dinamização da exposição, puderam desenvolver competências organizacionais e de comunicação, imprescindíveis a um cidadão que se pretende participativo.

No futuro poder-se-ão realizar atividades deste tipo, não só na área da saúde, como em outras áreas de interesse para alunos e professores. É importante capacitar os alunos para agirem na comunidade onde vivem, propondo soluções para os problemas diagnosticados, estimulando-os a agir crítica e fundamentadamente.

REFERÊNCIAS

Apotheker, J., Blonder, R., Akaygun, S., Reis, P., Kampschulte, L., & Laherto, A. (2017). Responsible Research and Innovation in secondary school science classrooms: experiences from the project IRRESISTIBLE. *Pure and Applied Chemistry, 89*(2), 211-219.

Azinhaga, P., & Reis, P. (2016). Estratégias para a promoção da ação sociopolítica em contexto educativo: o Concurso PolarAct – Mensagem Polar. In J.L.G. Bravo (Ed.), *27 Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 968-977). Badajoz: Universidad de Extremadura.

Azinhaga, P., Marques, A.R., Reis, P., Tinoca, L., Baptista, M. (2017). A construção de exposições científicas: perceções dos alunos sobre as competências desenvolvidas e impacto na motivação e ambiente em sala de aula. *Enseñanza de las ciencias*, Extra, 4709-4714

Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Blatt, E.N. (2014). Developing an 'Activist Mentality' in an Environmental Science Course. In L. Bencze & S. Also (Eds.), *Activist Science and Technology Education* (pp.451-464). New York: Springer.

Bybee, R.W. (2002). *Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum*. In R.W. Bybee (Ed.), *Learning Science and the Science of Learning: Science Educators' Essay Collection* (pp. 25-32). Arlington, VA: NSTA Press.

Dias, C., & Reis, P. (2017). O desenvolvimento de atividades investigativas com recurso à web 2.0 no âmbito da investigação e inovação responsáveis. *Sisyphus journal of education, 5*, 68-84.

Direção-Geral da Educação (2016). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Retirado de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf

Hodson, D. (2011). Looking to the future: Building a curriculum for social activism. Rotterdam: Sense Publishers.

Hodson, D. (2014). Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism. In L. Bencze & S. Alsop (Eds). *Activist Science and Technology Education* (pp. 67-98). London: Springer.

Linhares, E. & Reis, P. (2016). Agir e sensibilizar: práticas de educação ambiental na formação inicial de professores. In J.L.G. Bravo (Ed.), *27 Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 1557-1564). Badajoz: Universidad de Extremadura.

Linhares, E. & Reis, P. (2019). Capacitação de Futuros Professores para a Ação Sociopolítica através de Exposições Interativas. *Linhas Críticas, 24*, 304-325.

Marques, A.R. (2016). *Construindo a exposição. In As exposições como estratégia de ação sociopolítica: Cenários do projeto IRRESISTIBLE*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Marques, A.R. & Reis, P. (2018). *O desenvolvimento de exposições científicas como estratégia de ativismo em contexto escolar*. Resultados do Projeto IRRESISTIBLE em Portugal. In D.M. Conrado, N. Nunes-Neto (Eds.) *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 491-514). Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia.

Ponte, J.P. (2002). Investigar a nossa própria prática. In Grupo de Trabalho sobre Investigação (Org.), *Reflectir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 5-28). Lisboa: APM.

Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, 3*(1), 1-10.

Reis, P. (2014). Promoting students' collective socio-scientific activism: Teacher's perspectives. In S. Alsop & L. Bencze (Eds.), *Activism in science and technology education* (pp. 547-574). London: Springer.

Reis, P. & Marques, A. R. (2016a). *Alunos com Ativistas: o desenvolvimento de exposições científicas como estratégia de ação comunitária fundamentada em investigação – resultados do Projeto IRRESISTIBLE em Portugal*. In J.L.G. Bravo (Ed.), *27 Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 1557-1564). Badajoz: Universidad de Extremadura.

Reis, P. & Marques, A.R. (coords.) (2016b). *As exposições como estratégia de ação sociopolítica: cenários do projeto IRRESISTIBLE*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Reis, P. & Tinoca, L. (2018). A avaliação do impacto do projeto "We Act" nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, 11*(2), 214-231.

Silva, M. & Faria, J. (2011). Confecção e avaliação de maquete para educação interativa em biologia celular e tecidual no programa projovem urbano. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 7*(13), 1632-1641.

Wagensberg, J. (2001). Principios fundamentales de la museología científica moderna. Cuaderno Central, 55(22-2).

ILUSTRAÇÕES INCLUÍDAS EM ALGUNS MANUAIS ESCOLARES DE CIÊNCIAS NATURAIS E A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO ALIMENTAR

Luísa Carvalho, Luís Dourado

Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho (PORTUGAL)
luisamscarvalho@gmail.com

Resumo

Portugal é um dos cinco países Europeus, em vinte e sete, com maior percentagem de adolescentes obesos (Inchley et al., 2017). O elevado índice de obesidade registado deve-se à adoção de maus hábitos alimentares, sedentarismo e falta de atividade física. A Escola, em geral, e a disciplina de Ciências Naturais, em particular, desempenham um papel central na educação para a prevenção de maus hábitos alimentares e do sedentarismo e para a adoção de comportamentos saudáveis. Dado que os manuais escolares são os recursos didáticos mais utilizados pelos professores nas suas aulas (Khine, 2013), importa verificar se estes possuem a qualidade necessária para motivar a adoção de hábitos saudáveis, nomeadamente os alimentares.

No contexto escolar, os conceitos de ciências, especialmente os mais abstratos, poderão ser mais facilmente compreendidos pelos alunos com apoio de ilustrações adequadas (Khine, 2013; Leite, Morgado & Dourado, 2016). As ilustrações incluem representações como fotografias, desenhos, diagramas, quadros e gráficos (Cook, 2008) e têm o potencial de estimular diferentes campos sensoriais dos alunos, motivando-os para a aprendizagem, e promovendo uma compreensão adequada e aprofundada dos conceitos (Khine, 2013). Contudo, para alcançarem esses objetivos, as ilustrações devem: ser de boa qualidade gráfica e científica; conter elementos potencialmente motivadores para os alunos (caricaturas, banda desenhada, etc.); apelar à consciencialização do aluno sobre o seu conhecimento prévio; ser bem integradas no texto; ser de diferentes tipos, consoante os destinatários e os conteúdos em causa (Khine, 2013).

Por conseguinte, este estudo teve como objetivo averiguar em que medida as ilustrações presentes em manuais escolares de Ciências Naturais, no conteúdo *Alimentação saudável*, têm a potencialidade de contribuir para a promoção de uma educação alimentar equilibrada e saudável. Foram analisadas as ilustrações de cinco manuais escolares de 9.º ano, todos eles editados em 2018. Tendo como referência outros estudos (Leite, Morgado & Dourado, 2016), a análise centrou-se nas seguintes dimensões: número de ilustrações; tipos de ilustrações; localização das ilustrações; relação entre as ilustrações e o texto; legenda das ilustrações; função das ilustrações; relação entre as ilustrações e as conceções alternativas dos alunos.

Os principais resultados revelam que as ilustrações presentes são, maioritariamente, do tipo fotografia e desenhos tipo fotografias combinados com outros elementos. Muitas ilustrações possuem legenda, mas nem sempre estão mencionadas no texto, nem se relacionam explicitamente com a ilustração. Grande parte das ilustrações parecem visar ilustrar os conteúdos a lecionar, contudo, em todos os manuais escolares, existem ilustrações suscetíveis de promover a formação de conceções alternativas nos alunos.

Tendo em conta os resultados obtidos, a escolha das ilustrações, por parte dos autores de manuais escolares, deverá ser mais criteriosa e fundamentada, de modo a veicular mais eficazmente a informação necessária e relevante para a promoção de uma alimentação saudável. Devem ser feitos mais estudos neste âmbito de modo a perceber: como os autores de manuais escolares, professores e alunos lidam com as ilustrações presentes nos manuais escolares; como é que a utilização adequada de ilustrações pode ser potenciada do ponto de vista educacional.

Palavras-chave: alimentação saudável; ciências naturais; contextualização; ilustrações; manuais escolares.

INTRODUÇÃO

Os autores de um relatório da *World Health Organization* (WHO), de 2017, referem que Portugal é um dos cinco países Europeus, em vinte e sete, com maior percentagem de adolescentes obesos (Inchley et al., 2017), essencialmente devido ao sedentarismo, má alimentação e falta de prática de atividade

física, mostrando a necessidade de intervir no sentido de contrariar estes resultados. A escola, acessível à maior parte das crianças e jovens, pode funcionar como um meio para procurar contrariar estes resultados.

Deste modo, a escola, em geral, e a educação em ciências, em particular, deve promover o desenvolvimento de cidadãos informados, críticos, ativos e responsáveis no que concerne à adoção de hábitos alimentares saudáveis e, isso, pode ser concretizado através da utilização adequada do manual escolar (ME) na abordagem deste assunto. O manual escolar pode ser definido como um recurso didático-pedagógico com o propósito de abordar um determinado conteúdo, contendo propostas de atividades de aprendizagem e de avaliação e, sendo um importante promotor do currículo escolar (DL n.º 47/2006 de 28 de agosto, Artigo 3(b); Okeeffe, 2013). Este recurso didático-pedagógico continua a ser um dos mais frequentemente utilizados na educação em ciências e tem uma função reguladora das práticas escolares (Santos, 2001), tanto pelos professores (Valanides, Papageorgiou, & Rigas, 2013) como pelos alunos, na obtenção de conhecimento sobre conteúdos de uma dada disciplina (Devetak & Vogrinc, 2013). Do ponto de vista educativo, os manuais escolares são considerados indispensáveis (Yasar & Saramet, 2007) e os professores dão-lhe, frequentemente, prioridade em relação ao currículo nas suas práticas escolares (Leite, Morgado & Dourado, 2016), pelo que pode considerar-se, por isso, que a formação científica do aluno pode ser influenciada, de forma significativa, pelo conteúdo do manual escolar (Santos, 2001).

Num mundo em constante mudança, e consequentemente, num ensino em constante mudança exige-se, também, uma constante reavaliação dos critérios pedagógicos determinantes para a elaboração de manuais escolares. Por este motivo, a elaboração do manual escolar está sempre condicionada ao currículo de cada nível de escolaridade, e aos objetivos e resultados pretendidos das aulas, o que implica que o manual escolar obedeça a determinadas caraterísticas (Tufekcic, 2012; Pingel, 2010), como: componente linguística adequada, onde se incluem tipos de texto e modo de apresentação; design didático apropriado, baseado em princípios de aprendizagem ativa, adequação da idade, sistematização, adequação a diferentes estados de desenvolvimento do aluno, utilização de diferentes métodos e estratégias de ensino que favoreçam a aprendizagem de conceitos significativa; inserção de atividades adequadas para os alunos praticarem o conhecimento que aprenderam; análise de conteúdo em termos de exatidão factual e incorreções científicas; design gráfico adequado, no que concerne à utilização de ilustrações. Assim, para que um manual escolar seja considerado de qualidade, é necessário, entre outros requisitos já mencionados antes, que a relação entre a componente textual e a componente ilustrativa seja adequada (Devetak & Vogrinc, 2013), e que esta última tenha o intuito de enriquecer a componente textual (Tufekcic, 2012). A componente ilustrativa tem o potencial de motivar a curiosidade dos alunos e promover a aprendizagem de conteúdos de ciências (Cook, 2008; Tufekcic, 2012) e tem sido cada vez mais valorizada, com um número crescente de ilustrações de vários tipos a serem utilizadas nos manuais escolares (Dimopoulos, Koulaidis, & Sklaveniti, 2003; Lee, 2010).

A componente ilustrativa dos manuais escolares é utilizada para informar, suportar informação, captar o interesse, resumir conteúdos, mostrar a relação entre factos e conceitos e explicar situações ou processos complexos, difíceis de imaginar sem recorrer a ilustrações (Yasar & Saramet, 2007). Assume especial importância no ensino das ciências, dado que a ciência inclui conceitos abstratos que são mais facilmente explicados com recurso a ilustrações adequadas (Devetak & Vogrinc, 2013; Khine, 2013; Leite, Morgado, & Dourado, 2016). Estudos afirmam que a componente ilustrativa contribui significativamente para a melhoria dos manuais escolares devido ao seu potencial de, em conjunto com a componente textual, facilitar a aprendizagem de conteúdos (Peeck, 1993; Pozzer-Ardengi & Roth, 2004). Nos manuais escolares de ciências, a componente ilustrativa corresponde ao tipo de linguagem mais utilizado (Pozzer-Ardengi & Roth, 2004) e inclui ilustrações como fotografias, diagramas, gráficos, desenhos, mapas e quadros (Yasar & Saramet, 2007; Cook, 2008; Slough & McTigue, 2013). As ilustrações têm o potencial de estimular diferentes campos sensoriais dos alunos (Khine, 2013), e são as ilustrações do tipo fotografias as mais utilizadas, talvez por serem consideradas representações mais realistas, que facilitam a ligação entre o contexto dos alunos e o das ciências (Pozzer & Roth, 2003).

Para que as ilustrações sejam aplicadas adequadamente nos manuais escolares devem (Khine, 2013): ser de boa qualidade gráfica e científica; conter elementos potencialmente motivadores para os seus destinatários (caricaturas, banda desenhada, etc.); apelar à consciencialização do aluno sobre o seu conhecimento prévio; ser bem integradas no texto; ser de diferentes tipos, consoante os destinatários e os conteúdos em causa; ser adequadas ao contexto sociocultural dos alunos (Bellocchi, King & Ritchie, 2016) para que tenham, entre outros, o desejável efeito motivador.

A capacidade de os alunos interpretarem ilustrações em manuais escolares depende muito do seu conhecimento prévio relativamente ao conteúdo a aprender e das suas experiências pessoais e sociais (Lee, 2010). De modo a facilitar a aprendizagem significativa de conteúdos de ciências a abordar é importante que os professores tentem identificar as ideias prévias dos alunos, para que possam ajudar os alunos a pensar sobre as suas próprias ideias, ajudando-os a rejeitá-las, modificá-las ou mantê-las e a (re)construir o conhecimento dos alunos (Allen, 2014). Em muitos casos, é extremamente difícil desconstruir e reconstruir ideias que façam sentido aos alunos, especialmente quando ocorrem na infância, podendo representar uma barreira para a aprendizagem de conteúdos e, muitas vezes, dando origem a conceções alternativas. Conceções alternativas correspondem a conhecimento cientificamente incorreto acerca de um conteúdo abordado (Allen, 2014) e o conteúdo *Alimentação saudável* não é exceção. Num estudo realizado por Allen (2014), os alunos apresentaram conceções alternativas, relacionadas com os conteúdos abordados no tema *Alimentação saudável*, tais como: as proteínas são a principal fonte de energia; toda a gordura é prejudicial; os alimentos contêm gordura apenas se esta puder ser vista; todos os laticínios são benéficos. De acordo com Khine (2013), as conceções alternativas dos alunos, podem surgir de várias formas: através do ensino inadequado por parte de professores; através da falta de atenção por parte dos alunos, no processo de ensino e aprendizagem; através de uma leitura incorreta dos manuais escolares, por parte dos alunos; ou, até mesmo, através de uma elaboração inadequada, por parte dos autores, dos manuais escolares.

Deste modo, apesar da importância dada ao manual escolar, em geral, e à componente ilustrativa, em particular, estudos mostram que nem sempre o manual escolar e a componente ilustrativa se apresentam de modo adequado, no sentido de favorecer a aprendizagem significativa de conteúdos, podendo: existir falhas de caráter científico (Leite, 1999; Stern & Roseman, 2004); haver reforço de conceções alternativas dos alunos (Leite, 1999); haver falta de informação necessária para o ensino e aprendizagem de determinado conteúdo (Johnsen, 1996); promover dispersão de ideias na apresentação do conteúdo e falta de motivação de desenvolvimento de competências argumentativas, espírito crítico e científico (santos, 2004). Assim, a utilização de um manual escolar de boa qualidade revela-se essencial (Tufekcic, 2012), sendo importante tomar consciência de que a utilização de ilustrações inadequadas ou cientificamente incorretas em manuais escolares pode ter influencia no processo de ensino e aprendizagem dos alunos (Irez, 2009).

Neste seguimento, torna-se necessário analisar a componente ilustrativa presente em manuais escolares, por ser a mais atrativa para os alunos, para que se possa promover a educação para uma alimentação saudável. Dada a relevância social deste conteúdo atual, e que também envolve componentes microscópicos, espera-se que as ilustrações sejam úteis para ajudar os autores de manuais escolares a abordar esse conteúdo de forma apropriada para os alunos. No entanto, é de salientar que alguns estudos (Dourado, Morgado, & Leite, 2015; Cook, 2008; Lee, 2010) indicam que a qualidade das ilustrações está longe de ser excelente e, o papel das ilustrações é frequentemente impreciso, bem como o seu valor educacional dificilmente é percebido. Assim, o objetivo deste estudo foi averiguar em que medida as ilustrações presentes em manuais escolares de Ciências Naturais, no conteúdo *Alimentação saudável*, têm a potencialidade de contribuir para a promoção de uma educação alimentar equilibrada e saudável.

METODOLOGIA

A amostra do presente estudo é composta por cinco ME de Ciências Naturais de 9.º ano de escolaridade (edições de 2018), que são atualmente utilizados nas escolas portuguesas e acessíveis aos autores:

- Campos, C. & Dias, M. (2018). Terra CN. Ciências Naturais (9.º ano). Lisboa: Texto Editores, Lda.
- Costa, I., Barros, J., Motta, L., Viana, M. & Santos, R. (2018). Viva a Terra!. Ciências Naturais (9.º ano). Porto: Porto Editora.
- Delgado, Z. & Canha, P. (2018). À descoberta do corpo humano (9.º ano). Lisboa: Texto Editores.
- Moreira, J., Sant´Ovaia, H. &Pinto, V. (2018). Compreender o corpo humano 9. Ciências Naturais (9.º ano). Porto: Areal Editores, S.A.
- Salsa, J. & Cunha, R. (2018). CienTIC. Ciências Naturais (9.º ano). Porto: Porto Editora.

Foram objeto de análise as ilustrações do conteúdo *Alimentação saudável*, integrado no subtema Alimentação e Sistema Digestivo. Optou-se pela intervenção no 9.º ano de escolaridade, pois, por um lado, trata-se de uma faixa etária em que os alunos começam a tornar-se mais independentes e a querer tomar decisões por si mesmos, e por outro lado, devido ao facto de a obesidade ser dominantes em adolescentes, essencialmente pelos maus hábitos alimentares adquiridos.

Para efetuar a análise das ilustrações presentes nos ME foram, posteriormente, definidas as dimensões de análise, tendo, por base, uma lista de verificação adaptada de uma que estava disponível na literatura (Devetak & Vogrinc, 2013; Dourado, Morgado, & Leite, 2015): número de ilustrações, tipo de ilustrações, localização das ilustrações, relação entre as ilustrações e o texto, legenda das ilustrações, função das ilustrações e, por fim, relação entre as ilustrações e as conceções alternativas dos alunos. Para cada dimensão de análise foram definidas categorias de análise, baseadas na literatura e nos dados recolhidos, de modo que o conjunto final de categorias para cada dimensão pudesse ajustar tanto quanto possível aos dados analisados. Foram, posteriormente, classificadas as ilustrações nessas categorias e, no final, foi feita uma verificação da classificação realizada. Por fim, foram organizados e tratados os dados obtidos. No tratamento dos dados relativos às dimensões de análise foram obtidos os valores absolutos (f) para a primeira dimensão (número de ilustrações) e os valores relativos (%) para as restantes dimensões (tipo de ilustrações, localização das ilustrações, relação entre as ilustrações e o texto, legenda das ilustrações, função das ilustrações e relação entre as ilustrações e as conceções alternativas dos alunos).

RESULTADOS

Número de ilustrações

Pela análise da Tabela 1, observa-se que o número de ilustrações, presentes no conteúdo *Alimentação saudável*, varia consoante o ME, havendo diferenças consideráveis entre o ME1 e o ME5. Isto pode explicar-se devido ao número de páginas que o conteúdo ocupa, nestes dois ME, sendo que no ME5 o conteúdo ocupa mais do dobro, relativamente ao ME1. Observa-se, também, que em média existem entre 3 a 4 ilustrações por página nos vários ME.

Tabela 1. Número de ilustrações presentes nos ME (f)

Manual Escolar	N. º de ilustrações	N. º de páginas	Ilustrações/página
ME1	29	9	3,2
ME2	55	17	3,2
ME3	51	16	3,2
ME4	56	18	3,1
ME5	78	20	3,9

Os resultados obtidos vão ao encontro dos resultados obtidos em outros estudos (Dimopaulos, Koulaidis, & Sklaveniti, 2003; Leite, Morgado, & Dourado, 2016; Pozzer & Roth, 2003), que apontam para um número relativamente alto de ilustrações por página em manuais escolares de 3.º ciclo do ensino básico.

Tipo de ilustrações

Relativamente ao tipo de ilustrações presentes nos vários ME, verificou-se a existência de uma grande variedade de tipos de ilustrações, desde fotografias, a desenhos, diagramas, quadros e gráficos. Pela análise da Tabela 2, constata-se que, com exceção do ME4, são utilizadas, predominantemente, ilustrações do tipo fotografias em quase todos os ME analisados, variando o intervalo de percentagem entre os 33,3% (ME3) e os 55,2% (ME1). Isto pode significar que há uma intenção, por parte dos autores de ME, de aproximação da realidade ao contexto do aluno (King, 2012).

Pela análise da Tabela 2, observa-se ainda que: os desenhos combinados com outros elementos textuais ou gráficos são, também, predominantes no ME3 (33,3%) e no ME5 (24,4%); os desenhos tipo fotografias combinados com outros elementos textuais ou gráficos são predominantes no ME4 (46,4%). De acordo com Lee (2010) e Devetak e Vogrinc (2013), este último tipo de ilustrações oferecem representações realistas aos alunos, facilitando, de igual modo, a ligação entre a ciência e o quotidiano dos alunos.

Em menores percentagens, surgem: os diagramas (nos ME1, ME3 e ME5); os quadros (em todos os ME); os gráficos (no ME4) e os gráficos combinados com outros elementos textuais ou gráficos (nos ME1, ME2 e ME3), contrariamente ao referido em Chen (2017), onde é mencionado que estes tipos de ilustrações são os mais frequentemente utilizados em ME de ciências, como Biologia, Ciências da Terra, Química e Física.

Tabela 2. Tipo de ilustrações presentes nos ME (%)

Tipo de ilustrações	Manual Escolar				
	ME1 (n=29)	**ME2 (n=55)**	**ME3 (n=51)**	**ME4 (n=56)**	**ME5 (n=78)**
Fotografias	55,2	50,9	33,3	26,8	48,7
Fotografias combinadas com outros elementos textuais ou gráficos	10,3	9,1	23,5	12,5	10,3
Desenhos tipo fotografias	----	12,7	----	1,8	5,1
Desenhos tipo fotografias combinados com outros elementos textuais ou gráficos	----	10,9	2,0	46,4	1,3
Desenhos combinados com outros elementos textuais ou gráficos	17,2	12,7	33,3	5,4	24,4
Diagramas	3,4	----	2,0	----	5,1
Quadros	10,3	1,8	3,9	3,6	1,3
Gráficos	----	----	----	3,6	----
Gráficos combinados com outros elementos textuais ou elementos gráficos	3,4	1,8	2,0	----	----

Localização das ilustrações

No que diz respeito à localização das ilustrações, observa-se, pela análise da Tabela 3, que, com exceção do ME1, na maioria dos ME, e com percentagens semelhantes, a maioria das ilustrações surgem integradas no texto. Em relação às ilustrações integradas em atividades verifica-se que o ME4 é o que apresenta menor percentagem deste tipo de ilustrações.

Tabela 3. Localização das ilustrações presentes nos ME (%)

Localização das ilustrações	Manual Escolar				
	ME1 (n=29)	**ME2 (n=55)**	**ME3 (n=51)**	**ME4 (n=56)**	**ME5 (n=78)**
Integradas no texto	48,3	70,9	70,6	87,5	71,8
Integradas em atividades	51,7	29,1	29,4	12,5	28,2

Estes resultados são consistentes com os resultados obtidos nos estudos de Dourado, Morgado e Leite (2015) e Leite, Morgado e Dourado (2016). Nestes dois estudos, embora se tivessem verificado ilustrações em outras localizações, as mais frequentemente observadas estavam integradas no texto e integradas em atividades.

Nesta dimensão de análise, *Localização das ilustrações*, dado que este conteúdo analisado integra um subtema, apenas existem ilustrações integradas no texto e em atividades, justificando, assim, a existência de apenas duas categorias.

Relação entre as ilustrações e o texto

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, constata-se que em todos os ME existem ilustrações relacionadas com o conteúdo do texto. No entanto, só em três (ME1, ME2 e ME5) dos cinco manuais analisados estas ilustrações se encontram explicitamente mencionadas no texto.

Em todos os ME existem ilustrações que não se relacionam com o conteúdo do texto e que são colocadas com o intuito de tornar a página visualmente mais atrativa. Contudo, só no ME3, com uma percentagem pouco relevante, é que existem ilustrações que adicionam nova informação. Este último resultado é consistente com o que se verificou nos estudos de Dourado, Morgado, & Leite (2015) e Leite, Morgado & Dourado (2016), podendo dificultar a interpretação adequada das ilustrações, por parte dos alunos (Pozzer & Roth, 2003).

Tabela 4. Relação entre as ilustrações e o texto (%)

Relação entre as ilustrações e o texto		**Manual Escolar**				
		ME1 (n=29)	**ME2 (n=55)**	**ME3 (n=51)**	**ME4 (n=56)**	**ME5 (n=78)**
Relacionam-se com o conteúdo	Explicitamente mencionadas	51,7	20,0	----	----	50,0
	Não estão explicitamente mencionadas	41,4	49,1	88,2	96,4	30,8
Não se relacionam com o conteúdo	Simplesmente adicionam nova informação	----	----	2,0	----	----
	Colocadas com intuito de embelezar a página	6,9	30,9	9,8	3,6	19,2

Legenda das ilustrações

A maioria das ilustrações incluídas em três dos cinco ME (ME1, ME2 e ME5) não apresenta legenda (Tabela 5). Contudo, verifica-se, também, que, em todos os ME, existem ilustrações que possuem legenda e que é no ME4 que mais de metade das ilustrações se inserem nesta categoria.

Tabela 5. Legenda das ilustrações (%)

Legenda das ilustrações		**Manual Escolar**				
		ME1 (n=29)	**ME2 (n=55)**	**ME3 (n=51)**	**ME4 (n=56)**	**ME5 (n=78)**
Possui legenda	Relaciona-se explicitamente com a ilustração	6,9	12,7	29,4	30,4	21,8
	Não se relaciona com a ilustração	24,1	16,4	13,7	23,2	3,8
Não possui legenda		51,7	69,1	21,6	26,8	56,4
Possui explicação em vez de legenda		17,2	1,8	35,3	19,6	17,9

Nos ME3 e ME4 (29,4% e 30,4%, respetivamente) são maiores as percentagens de ilustrações que possuem legenda explicitamente relacionada com a mesma. Nos ME1 e ME4 verificam-se percentagens de ilustrações, acima dos 20%, que possuem legenda, mas que esta não se relaciona com a ilustração. Constata-se, também, que, em todos os ME, existem ilustrações sem legenda (ME1. ME2 e ME5), resultados estes que vão ao encontro dos obtidos em Dourado, Morgado e Leite (2015) e Leite, Morgado e Dourado (2016).

Por fim, existem, ainda, em todos os ME ilustrações que possuem explicação em vez de legenda. O ME3 é o que apresenta maior percentagem de ilustrações nesta categoria, com mais de um terço.

Função das ilustrações

Nesta secção são apresentados os resultados relativos à função que as ilustrações, presentes nos ME, desempenham. Pela análise da Tabela 6, contata-se que à semelhança do que se verifica nos estudos de Leite, Morgado e Dourado (2016) e Pozzer e Roth, (2003), em três dos cinco ME analisados (ME2, ME4 e ME5), existem maiores percentagens de ilustrações que visam ilustrar o conteúdo do texto.

Observa-se, também, que o ME2 é aquele que possui maior percentagem de ilustrações com função de fundo de página (21,8%) relativamente aos restantes e que nos ME1 e ME3 predominam as ilustrações que visam complementar atividades, com 51,7% e 51%, respetivamente.

As ilustrações cuja função visa complementar uma atividade surgem no âmbito de atividades laboratoriais e atividades de papel e lápis.

Tabela 6. Função das ilustrações presentes nos ME (%)

Função das ilustrações	Manual Escolar				
	ME1 (n=29)	**ME2 (n=55)**	**ME3 (n=51)**	**ME4 (n=56)**	**ME5 (n=78)**
Ilustrar o conteúdo do texto	48,3	49,1	45,1	80,4	59,0
Fundo de página	----	21,8	3,9	3,6	3,8
Complementar uma atividade	51,7	29,1	51,0	16,1	37,2

Relação entre as ilustrações e as conceções alternativas dos alunos

Nesta subsecção é apresentada a relação entre as ilustrações e o desenvolvimento de conceções alternativas dos alunos.

Tabela 7. Relação entre as ilustrações e as conceções alternativas dos alunos relativamente ao conteúdo (%)

Relação entre ilustrações e conceções alternativas	Manual Escolar				
	ME1 (n=29)	**ME2 (n=55)**	**ME3 (n=51)**	**ME4 (n=56)**	**ME5 (n=78)**
Suscetíveis de promover a formação de conceções alternativas sobre os conteúdos do tema	17,2	3,6	9,8	16,1	12,8
Suscetível de promover a construção de conhecimento cientificamente aceite sobre os conteúdos do tema	10,3	7,3	7,8	12,5	7,7
Neutro	72,4	89,1	82,4	71,4	79,5

Pela análise da Tabela 7, observa-se que, em todos os ME, existem maioritariamente ilustrações do tipo 'neutro', ou seja, que visam apenas ilustrar os conteúdos, não tendo o caráter de promotor de formação de conceções alternativas, nem promotor de construção de conhecimento cientificamente aceite sobre os conteúdos. Os ME2 e ME3 são os que possuem maiores percentagens de ilustrações deste tipo, com 89,1% e 82,4%, respetivamente. Observa-se, também, que em todos os ME existem ilustrações suscetíveis de promover a formação de conceções alternativas sobre os conteúdos em análise, sendo os ME1, ME4 e ME5, os que apresentam maiores percentagens deste tipo de ilustrações (17,2%, 16,1% e 12,8%, respetivamente).

De entre as ilustrações que são suscetíveis de promover a formação de conceções alternativas sobre os conteúdos do tema, destacam-se:

- a associação de distúrbios alimentares a apenas um dos sexos, tal como, a frequente associação de compulsão alimentar ao sexo masculino e de anorexia e bulimia ao sexo feminino (presente em todos os ME, embora no ME3 seja feita uma associação explicita da anorexia nervosa a ambos os sexos);
- a apresentação, na mesma ilustração, de elementos gráficos representados com tamanho semelhante (ME2 e ME4); ainda que na realidade os seus tamanhos sejam muito distintos, e a falta de referência às escalas utilizadas, pode induzir à formação de conceções alternativas nos alunos;
- a apresentação da referência a porções (p) na roda dos alimentos e na pirâmide alimentar sem se definir ao que corresponde exatamente (ME2, ME3 e ME5);
- a relação entre a quantidade de porções e a fatia ocupada por cada grupo de alimentos, na roda dos alimentos, não é proporcional, podendo gerar confusão (ME2 e ME5);
- a utilização de expressões como "3/5 porções" (ME2), quando se pretende mencionar 3-5 porções (ou 3 a 5 porções);
- a representação, a cores distintas, do sangue arterial e do sangue venoso, sendo atribuída a cor azul a este último (ME4), cuja solução poderia ser a atribuição de diferentes tonalidades de vermelho;
- a atribuição de cor e forma esférica a átomos (ME4 e ME5) que, quando utilizado frequentemente, pode induzir a formação de conceções alternativas nos alunos.

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo analisar as ilustrações, no conteúdo *Alimentação saudável*, em manuais escolares de Ciências Naturais, averiguando a sua potencialidade para contribuir para a promoção de uma educação alimentar equilibrada e saudável.

Pela análise dos resultados, conclui-se que: na dimensão *número de ilustrações*, existem entre 3 a 4 ilustrações por página nos vários ME; na dimensão *tipo de ilustrações*, predominam ilustrações do tipo fotografia e desenhos combinados com outros elementos textuais ou gráficos; na dimensão *localização das ilustrações*, maiores percentagens de ilustrações surgem integradas no texto; na dimensão *relação entre as ilustrações e o texto*, existem ilustrações relacionadas com o conteúdo, em todos os ME, mas nem sempre estão explicitamente mencionadas no texto; na dimensão *legenda das ilustrações*, existem ilustrações que possuem legenda, em todos os ME, mas, quando existentes, estas nem sempre se relacionam com a ilustração; na dimensão *função das ilustrações*, maiores percentagens de ilustrações visam ilustrar o conteúdo do texto; por fim, na dimensão *relação entre as ilustrações e as conceções alternativas dos alunos*, existem, em todos os ME, ilustrações suscetíveis de promover a formação de conceções alternativas nos alunos.

Os resultados obtidos poderão ser úteis para a formação de professores, na medida em que podem mostrar *se* e *por que* os professores podem confiar e/ou utilizar ilustrações de ME ou se precisam de estar cientes dos riscos da sua utilização inadequada. Além disso, os resultados podem promover a consciência, por parte dos autores de ME para uma escolha criteriosa e fundamentada das ilustrações a incluir em ME, ajudando-os a melhorar essa dimensão dos mesmos, no sentido de promover uma alimentação saudável e equilibrada.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado pelo CIEd Centro de Investigação em Educação, projeto UID/CED/01661/2019, Instituto de Educação, Universidade do Minho, através de fundos nacionais da FCT/MCTES PT.

REFERÊNCIAS

Allen, M. (2014). *Misconceptions in primary science* (2 ed.) England: Open University Press.

Bellocchi, A., King, D., & Ritchie, S. (2016). Context-based assessment: creating opportunities for resonance between classroom fields and societal fields. *International Journal of Science Education, 38*(8), 1304-1342.

Chen, X. (2017) A comparative study of visual representations in conventional, digitized and interactive high school science textbooks. *Journal of Visual Literacy*, *36* (2), 104-122.

Cook, M. (2008). Students' comprehension of science concepts depicted in textbook illustrations. *Electronic Journal of Science Education*, *12*(1), 1-14.

Devetak, I., & Vogrinc, J. (2013) In M. Khine (ed.), Critical Analysis of science textbooks: Evaluating instructional effectiveness. Dordrecht: Springer.

Dimopoulos, K., Koulaidis, V., & Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Research in Science Education 33,* 189-216.

Dourado, L., Morgado, S., & Leite, L. (2015). Photographs as mediating tools between science knowledge and the real world. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. *Special Issue 2 for INTE 2015*, 426-435.

Inchley, J., Currie, D., Jewell, J., Breda, J., & Barnekow, V. (2017). *Adolescent obesity and related behaviours: trends and inequalities in the WHO European Region, 2002-2014*. Copenhagen: World Health Organization.

Khine, M. (2013). *Critical analysis of science textbooks: evaluating instructional effectiveness*. London: Springer.

King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education. *Studies in Science Education, 48*(1), 51-87.

Irez, S. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education, 93*(3), 422–447.

Johnsen, E. (1996). *Libros de texto en el calidoscopio: estudio crítico de la literatura y la investigación sobre los textos escolares*. Barcelona: Ediciones Pomares-Corredor.

Lee, V. (2010). Adaptations and continuities in the use and design of visual representations in US middle school science textbooks. *International Journal of Science Education*, *32*, 1099-1126.

Leite, L. (1999). Heat and temperature: an analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education, Abingdon, 22*(1), 75-88.

Leite, L., Morgado, S., & Dourado, L. (2016). Contextualized science teaching: the contribution of photographs included in school science textbooks. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *Special Issue for INTE 2016*, 524-537.

Okeeffe, L. (2013). A Framework for textbook analysis. *International Review of Contemporary Learning Research, 2*(1), 1-13.

Peeck, J. (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated texts. *Learning and Instruction*, *3*, 227-238.

Pingel, F. (2010). *UNESCO Guidebook on textbook research and textbook revision* (2 ed.). Paris: UNESCO.

Pozzer, L. & Roth, W-M. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(1), 1089-1114.

Santos, M. (2001). *A cidadania na "voz" dos manuais escolares: O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M. (2004). Educação pela ciência e educação sobre ciência nos manuais escolares. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 4*(1), 76-89.

Slough, S. & McTigue, E. (2013). Development of the graphical analysis protocol (GAP) for eliciting the graphical demands of science textbooks. In M. Khine (ed), *Critical analysis of science textbooks: evaluating instructional effectiveness* (pp.17-30). Dordrecht: Springer.

Stern, L. & Roseman, J. (2004). Can middle school science textbooks help students learn important ideas? Findings from project 2061's curriculum evaluation study: life science. *Journal of Research in Science Teaching, Hoboken, 41*(6), 538-568.

Tufekcic, A. (2012). Basic determinants of producing a modern textbook. *Metodicki obzori 15*(7), 119-125.

Valanides, N., Papageorgiou, M., & Rigas, P. (2013). Science and science teaching. In M. Khine (Ed.), *Critical analysis of science textbooks: Evaluating instructional effectiveness* (pp. 259-286). Dordrecht: Springer.

Yasar, O. & Seremet, M. (2007). A comparative analysis regarding pictures included in secondary school geography textbooks taught in Turkey. *International Research in Geographical & Environmental Education*, *16*(2), 157-188.

04. Educação em Ciências no Ensino Secundário | Educación en Ciencias en Bachillerato | Science Education in Secondary School

QUESTIONAMENTO E FEEDBACK NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Ana Patrícia Abrantes, Cláudia Faria

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (PORTUGAL)
patricia.abrantes.94@gmail.com

Resumo

O questionamento é uma estratégia didática de grande importância no ensino das ciências (Amos, 2002). O presente estudo teve como objetivo investigar o questionamento e o *feedback* nas aulas de ciências. Para a análise do tipo de questionamento, as questões foram classificadas tendo em conta a sua natureza (Blosser, 2000) e o nível de exigência cognitiva, de acordo com a taxonomia de Bloom revista (Ferraz & Belhot, 2010). O *feedback*, aqui considerado como a informação fornecida ao aluno sobre o seu desempenho (Hattie & Timperley 2007), foi analisado com base nos trabalhos de Lyster & Ranta (1997), Chin (2006) e de Voerman *et al.* (2012).

A recolha de dados foi realizada em duas escolas da região de Lisboa, numa turma do 8º e outra do 11º ano, através da observação de aulas. Foram realizadas duas sessões de observação em cada turma, uma observação naturalista e uma observação focada no tema da investigação.

A análise das observações permitiu verificar que os professores envolvidos neste estudo utilizam o padrão de interação QiREx (Questionamento inicial-Resposta-Exploração), o que permitiu dividir as interações em blocos e assim, analisar os dados da observação focada.

Nas duas turmas houve um predomínio de questões fechadas durante a aula. No entanto, no momento final, na turma do 11º ano, a ocorrência de questões abertas aumentou ligeiramente. Também se registou, em ambas as turmas, um aumento da exigência cognitiva das questões ao longo da aula, sendo que as questões mais exigentes ocorreram na turma do ensino secundário. Na turma do 8º ano, o *feedback* predominante foi o de *repetição (*Lyster & Ranta, 1997), e ocorreu durante toda a aula. Por sua vez, o professor da turma do 11º ano utilizou com maior frequência o *feedback* de *aceitação* no momento final (Lyster & Ranta, 1997).

Verificou-se que, no fim da aula, os professores enunciam questões mais desafiantes a nível cognitivo. Segundo Trowbridge & Bybee (1996) esta abordagem fomenta o pensamento crítico e a discussão, sendo um indicador de que os conteúdos foram apreendidos. Neste contexto, o aumento do *feedback* torna-se essencial para orientar os alunos a atingirem as conclusões desejadas.

A metodologia descrita pode promover a reflexão do professor sobre a sua prática, para assim transformar a sua ação e potenciar a aprendizagem dos alunos (Oliveira & Serrazina, 2002).

Palavras-chave: Padrões de questionamento; *Feedback;* Comunicação em sala de aula.

INTRODUÇÃO

O questionamento é uma parte essencial no ensino das ciências permitindo envolver os alunos no processo de aprendizagem e promovendo que os mesmos coloquem questões (Alsop, Gould & Watts, 2002). De acordo com Wilen (1991) o questionamento em sala de aula permite incentivar a participação dos alunos, estimular a discussão, fomentar o pensamento crítico, compreender as dificuldades e o progresso dos alunos e motivá-los para aprendizagem.

O questionamento realizado pelo professor na sala de aula é eficaz se adaptado aos alunos, quando promove o diálogo entre o professor e os alunos e se, o clima da sala de aula permitir que os alunos sintam que podem participar sem serem julgados (Amos, 2002). O professor deve ter consciência dos vários níveis de exigência das questões, compreender como as aplicar e respeitar o tempo de espera para que os alunos tenham a oportunidade de formular as respostas (Vogler, 2005).

As questões colocadas na sala de aula podem ser classificadas como de gestão, retóricas, fechadas e abertas. As questões de gestão são essenciais para gerir as atividades da aula enquanto que, as retóricas são utilizadas pelo professor para reforçar uma ideia ou agilizar a dinâmica da aula (Blosser, 2000). As questões fechadas, que têm apenas uma resposta correta (Amos, 2002), são importantes para verificar se os alunos compreenderam a informação lecionada, para encaminhar a turma a focar-se num determinado tópico ou para orientar os alunos a atingirem as conclusões desejadas. Por

oposição, as questões abertas, são fundamentais para promover a discussão, estimular o pensamento crítico, a troca de ideias e a formulação de hipóteses (Blosser, 2000).

De acordo com a versão revista da taxonomia de Bloom, as questões enunciadas pelo professor podem ser classificadas hierarquicamente, desde questões que exigem uma resposta com um nível cognitivo mais baixo até às de nível cognitivo mais elevado (Ferraz & Belhot, 2010; Trowbridge & Bybee, 1996).

O *feedback* do professor é o primeiro requisito para potenciar a aprendizagem dos alunos (Hattie, 2009). O *feedback* são as informações que o professor fornece ao aluno como consequência do seu desempenho para que este compreenda o que sabe e o que ainda necessita de aprender. É eficaz quando é intencional e fornece informações sobre o desempenho do aluno em determinada tarefa, quando o clima da sala de aula permite que os alunos errem sem se sentirem julgados e quando é claro permitindo que os alunos o interpretem corretamente (Hattie & Timperley, 2007).

No presente trabalho o tipo de *feedback* analisado relaciona-se com a reação do professor às intervenções dos alunos (Voerman *et al.,* 2012). Foram considerados como forma de *feedback* o incentivo à participação, a aceitação da resposta dos alunos pelo professor para posterior exploração, a repetição das respostas dos alunos e a ironia. As duas primeiras formas de *feedback* identificadas foram adaptadas do trabalho de Lyster & Ranta (1997), a partir do *feedback* de elucidação. O *feedback* de repetição, identificado por Lyster & Ranta (1997) também foi adaptado, sendo considerado como *feedback* a repetição exata das respostas dos alunos. *O feedback* de ironia encontra-se descrito no trabalho de Voerman, Meijer, Korthagen & Simons (2012).

METODOLOGIA

Esta investigação teve como foco o questionamento e o *feedback* realizado na sala de aula.

Foram observadas duas turmas, em duas escolas localizadas em Lisboa, uma turma do 8º ano de Ciências Naturais e uma turma do 11º ano de Biologia e Geologia. Em cada turma, foram realizadas duas sessões de observação, uma naturalista e uma focada, sendo que em todas as sessões a observação foi não participante (Cohen, Manion & Morrison, 2005).

A observação naturalista, que consiste no registo não seletivo e ininterrupto de todos os acontecimentos que ocorrem durante uma determinada aula, teve como finalidade a descrição do contexto da aula incluindo a identificação de todos os comportamentos do professor e dos alunos no decorrer da mesma (Cohen, Manion & Morrison, 2005). Com esta observação foi possível conhecer as formas de interação entre o professor e o aluno, nomeadamente o tipo de questões enunciadas pelo professor. Estas observações foram complementadas com uma conversa informal com cada um dos professores após o fim da aula.

A observação focada foi utilizada para o registo e quantificação de comportamentos de questionamento e de *feedback* realizados pelo professor. Na observação focada procedeu-se ao registo escrito da interação entre professor-aluno durante o questionamento, incluindo o registo das questões do professor, das respostas dos alunos e da exploração e/ou *feedback* do professor, quando presente.

Com base nesta sistematização foi possível identificar um padrão de interação professor-aluno que denominámos de padrão QiREx. Este padrão permitiu dividir a observação focada em blocos. Cada bloco é caracterizado por ter uma questão inicial que, em regra geral, é respondida pelo(s) aluno(s). De seguida, o professor procede à exploração da resposta do aluno, podendo aqui ocorrer o *feedback* positivo ou negativo e/ou a realização de mais questões, comentários ou declarações para explorar a questão inicial. Neste contexto, um comentário é uma enunciação avaliativa dada pelo professor ao aluno e uma declaração são as proposições relacionadas com o conteúdo feitas pelo professor (Chin, 2006).

As observações focadas centraram-se nas seguintes informações: *Hora; Contexto em sala de aula; Tipo de questão; Tipo de intervenção do professor; Finalidade da intervenção do professor; Finalidade da intervenção do aluno; Classificação das questões segundo a taxonomia de Bloom revista; Avaliação da resposta e Forma do feedback; Classificação do feedback (positivo ou negativo), e Comentários e Inferências*.

A coluna *Tipo de questão* visa classificar as questões do professor tendo em conta a sua finalidade, existindo quatro classificações: gestão, fechadas, abertas e retóricas (Blosser, 2000).

Na coluna *Tipo de intervenção do professor* pretende-se classificar a intervenção do professor como sendo: uma questão (Q), uma resposta (R), um comentário (C) ou uma declaração (D) ou conjuntos deste tipo de interação (Chin, 2006).

A *Finalidade do tipo de intervenção do professor* compreende as seguintes categorias: questionamento (inicial), exploração, justificação, repetição (da resposta do aluno), aceitação, reformulação, sistematização, incentivo à participação, ironia e gestão da sala de aula (adaptado de Chin, 2006).

A *Finalidade do tipo de intervenção do aluno* compreende as seguintes categorias: resposta direta, resposta justificada e tentativa de intervenção.

Na coluna *Classificação das questões segundo a taxonomia de Bloom* as perguntas do professor foram classificadas como: *lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar* (Ferraz & Belhot, 2010).

A *Avaliação da resposta e Forma do feedback* categoriza o *feedback* dado pelo professor tendo em consideração as respostas dos alunos. Neste contexto, quando a resposta do aluno foi a correta o *feedback* foi do tipo C, C-Q ou C-D, ou seja, há a confirmação da resposta do aluno, podendo existir uma nova questão ou uma declaração expositiva da matéria. Quando a resposta do aluno foi incompleta, o *feedback* assumiu a forma de C-Q ou D-Q, existindo assim a confirmação ou a explicação do porquê de parte da resposta estar correta, seguido do questionamento para levar o aluno a construir o conhecimento correto. Por fim, quando a resposta do aluno foi incorreta o *feedback* é do tipo D-Q, onde o professor explica o porquê de a resposta do aluno não estar correta, seguido do questionamento sobre os conteúdos programáticos. Mas não só, pode classificar-se como C-Q, Q, onde o professor inicialmente avalia o comentário, passando posteriormente à reformulação da questão inicial ou à enunciação de uma nova questão (Chin, 2006).

RESULTADOS

Observação Naturalista

Observação naturalista – turma do 11º ano

A aula onde foi realizada a observação naturalista, teve como objetivo introduzir a temática do vulcanismo tendo-se focado em conceitos previamente trabalhados.

No início da aula, o professor pediu aos alunos, para enunciarem os termos, relacionados com o tema do vulcanismo, que se lembravam. Durante esta atividade, e para que o clima da sala de aula potenciasse a participação dos alunos, o professor referiu várias vezes que as respostas não seriam para avaliação e que não precisavam de se preocupar porque todos os conceitos seriam explicados posteriormente. O facto de o professor ao longo do questionamento ir anotando os termos no quadro é um tipo *feedback*, porque não ignora nenhuma das respostas dos alunos, valorizando-as ao escrever no quadro. Por vezes, ocorrem momentos de silêncio durante a atividade inicial. Para ultrapassar este cenário, o professor ou incentivava os alunos a participar ou relembrava um termo ainda não enunciado por nenhum aluno.

No momento seguinte da aula, o professor recorre ao PowerPoint e ao Google Maps. Enuncia perguntas fechadas, que só têm uma resposta correta possível (ex. "Que tipos de vulcanismo existem?"), para orientar os alunos. Aproxima-se da ala central das bancadas dos laboratórios, criando um ambiente mais intimista, e reforça novamente que as respostas não são para avaliação. Da interação professor-aluno decorrente do questionamento, por vezes surgem respostas incorretas. Nestes casos, o professor não ignora as respostas dos alunos, tenta sim, explorar o seu raciocínio, levantando questões que exigem uma maior clarificação por parte do aluno. O professor questiona todos os alunos, mesmo os mais sossegados. De acordo com as informações dadas pelo professor este comportamento destina-se a tentar perceber se todos os alunos estão a acompanhar a aula.

No terceiro momento, o professor recorre a um vídeo para orientar o questionamento. As questões continuam a ser fechadas (ex. “Qual o tipo de relação que pode existir entre o tipo de atividade vulcânica e a forma do vulcão”), possivelmente por ser uma aula de revisões.

No quarto momento da aula, o professor volta a recorrer ao Google Maps como recurso auxiliar. Nesta altura, mesmo quando os alunos respondiam erradamente, o professor explorava as respostas dos alunos, incentivava-os a desenvolver o raciocínio, apesar de por vezes sem sucesso.

Ao longo da aula, as respostas dos alunos são diretas, pouco elaboradas e são raros os alunos que tiram notas. Apesar de as interações aluno-aluno clandestinas problemáticas serem raras, também são incomuns as interações aluno-aluno produtivas durante o questionamento.

No fim da aula, o professor questiona os alunos se os conceitos estão compreendidos e os alunos respondem positivamente. Afirma também que posteriormente irão arrumar e sistematizar os conceitos dados. Após o toque de saída, dá autorização para os alunos saírem da sala de aula.

Com base nesta observação verifica-se que este professor recorre com frequência ao questionamento e ao *feedback* como forma de envolver os alunos na exploração da temática da aula, recorrendo, no entanto, na maioria das vezes questões fechadas, direcionadas a toda a turma. A análise mais detalhada do tipo de questionamento e *feedback* é analisada com recurso à observação focada.

Observação naturalista – turma do 8º ano

Na segunda observação naturalista, realizada na turma do 8º ano, o tema abordado foi a influência dos fatores abióticos na distribuição dos seres vivos. O objetivo desta aula foi rever os conteúdos.

No momento inicial da aula, a professora formulou perguntas fechadas e pouco exigentes a nível cognitivo para questionar diretamente uma aluna sobre o que foi dado nas aulas anteriores. A professora aproveitou a resposta da aluna para continuar a matéria, o que reforçou positivamente a intervenção da aluna. Alguns alunos fizeram barulho e foram imediatamente advertidos pela professora para fazerem silêncio. No entanto, esta repreensão não se repetiu quando outro grupo de alunos teve o mesmo comportamento. O questionamento fechado continuou. A maior parte das questões foram dirigidas a alunos específicos, sendo sempre reforçado pela professors que mais nenhum aluno poderia responder. Quando as perguntas eram dirigidas a toda a turma, a maioria dos alunos respondia sem levantar o braço, no entanto esta estratégia não impediu o bom funcionamento da interação professor-aluno, tendo sido criado um clima facilitador para a participação dos mesmos.

O momento intermédio da aula começa com a distribuição de uma ficha e os alunos acabam por ter novamente oportunidade para conversarem. Depois de todos os alunos terem as fichas a professora começa por ler o enunciado e vai explicando o que é pretendido. Enquanto os alunos vão resolvendo a ficha, a professora vai percorrendo as filas da sala para responder às dúvidas dos alunos. Por vezes, quando a indisciplina dos alunos aumenta, a professora adverte para extinguir o barulho.

Com o início da resolução da ficha a professora dirige uma questão a um aluno que responde corretamente. De seguida, desafia toda a turma a elaborar uma questão aberta para o problema descrito na ficha. Porém, como nenhum aluno respondeu a professora acabou por dirigir a questão a um aluno e mesmo quando este não responde corretamente, a professora reformula a pergunta e incentiva-o a responder. No fim da resolução da ficha, a professora elabora um discurso de forma a que os alunos completem as suas frases, facilitando a participação.

No momento final da aula, a professora pediu aos alunos para a ajudarem a sintetizar a matéria. Quando uma aluna tem um comportamento inapropriado a professora incentiva-a a participar e adverte para que esta não volte a repetir o mesmo comportamento.

Após o toque, apesar de a professora ainda não ter terminado a síntese dos conteúdos lecionados, a maioria dos alunos levanta-se, arruma e sai da sala de aula.

Com base nesta observação verifica-se que esta professora também recorre com frequência ao questionamento e ao *feedback* como forma de envolver os alunos na exploração da temática da aula, observando-se, no entanto, que recorre com frequência a questões direcionadas a alunos específicos. Também nesta observação se verificou um predomínio das questões fechadas. A análise mais detalhada do tipo de questionamento e *feedback* é analisada com recurso à observação focada.

Observação Focada

Com base nas observações focadas de cada uma das aulas foi possível identificar um padrão de interação professor-aluno, o padrão QiREx que permitiu dividir a observação focada em blocos.

Modelo De Análise Proposto – Ciclo de Interação QiREx

Durante a análise dos dados da observação focada foi identificado o padrão de interação QiREx, que permitiu dividir a observação em blocos. Assim, cada bloco é caracterizado por ter uma questão inicial que, em regra geral, é respondida pelo aluno. De seguida, o professor procede à exploração da resposta, podendo aqui ocorrer o *feedback* positivo ou negativo e/ou a realização de mais questões, comentários ou declarações para explorar a questão inicial. Segundo Keys & Kennedy (1999) um dos desafios do professor é enunciar novas questões após as respostas dos alunos a uma questão inicial (como citado em Oliveira, 2010). Idealmente, as questões colocadas devem ser reativas (às respostas anteriores dos alunos), exploratórias (para explorar as conceções dos alunos) e centradas no aluno (Oliveira, 2010). Este padrão de interação vai ao encontro do trabalho de Oliveira (2010) que sugere que os professores enunciam questões iniciais para fomentar a discussão, introduzir novos temas ou relembrar conceitos, tal como acontece no primeiro momento do ciclo de interação. Adicionalmente, os professores tendem a formular questões reativas de acordo com as respostas dos alunos a questões anteriores, como acontece no último momento de exploração do ciclo QiREx. De acordo com o mesmo autor, as questões reativas são essenciais para fomentar a reflexão e o diálogo para a aprendizagem dos conteúdos.

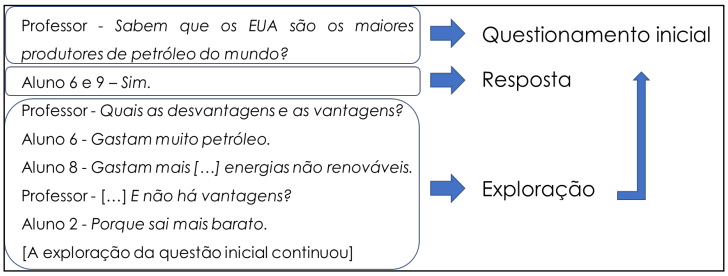


Figura 1. Ciclo de interação QiREx.

Na figura 1 o professor começa por enunciar uma questão inicial que apesar de ser fechada e pouco exigente a nível cognitivo, o seu conteúdo é explorado na terceira parte da interação através do questionamento do professor.

Observação focada – turma 11º ano

No momento inicial da aula da turma de 11º ano, o professor realizou 17 questões, 64.7% das quais foram questões fechadas. As restantes questões distribuíram-se equitativamente pelos tipos de gestão, retóricas e abertas. No momento intermédio, a frequência das questões retóricas subiu para 56.3% e a frequência das questões fechadas desceu para 43.8%. Neste momento de aula, o professor não colocou questões de gestão ou abertas. No momento final, o número de questões enunciadas subiu para 27, sendo 81.5% questões fechadas. A frequência de questões abertas totalizou 14.8% do total de questões colocadas neste momento e os restantes 3.7% foram questões retóricas (ver Fig. 2).

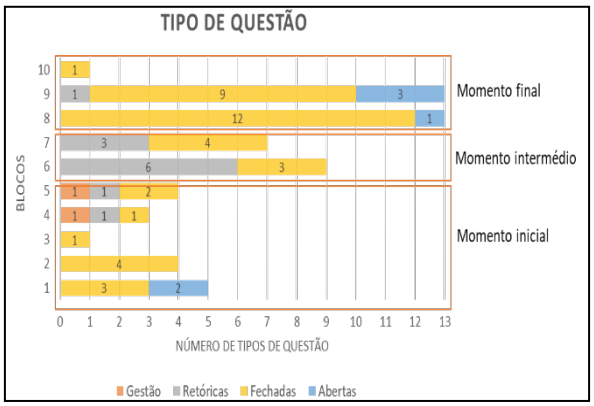


Figura 2. Análise do tipo de questões formuladas na turma do 11º ano.

No momento inicial, o professor realizou 13 questões passíveis de serem classificadas com a versão revista da taxonomia de Bloom. A maioria destas questões (61.5%) são classificadas como lembrar, 30.8% como entender e 7.7% como aplicar. No momento intermédio, foram colocadas 7 questões aos alunos, sendo que 71.4% foram classificadas como lembrar. As restantes 28.6% foram classificadas como entender. No momento final, o número de questões subiu para 24. Neste momento verificou-se um aumento de 54.2% de questões classificadas como entender e 12.5% como analisar. Por sua vez, a frequência das questões classificadas como lembrar desceu para 33.3% (ver Fig. 3).

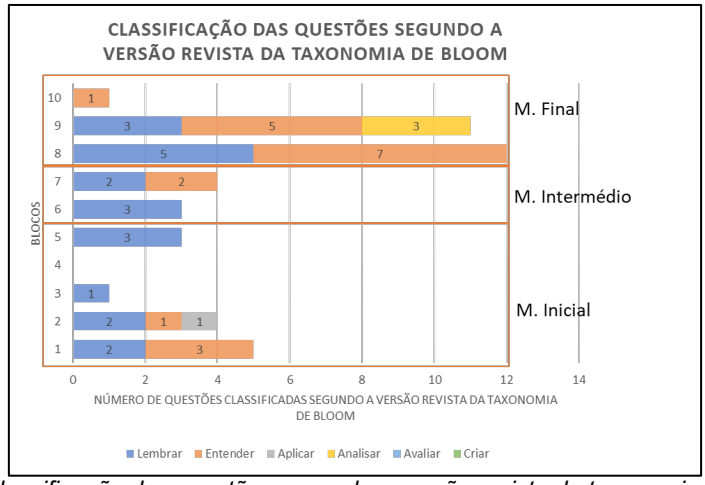


Figura 3. Análise da classificação das questões segundo a versão revista da taxonomia de Bloom na turma do 11º ano.

No momento inicial, 40% do *feedback* foi positivo - aceitação, 40% foi positivo - incentivo à participação e 20% foi negativo - ironia. O *feedback* realizado pelo professor diminuiu no momento intermédio, tendo sido observadas apenas 2 intervenções de *feedback* positivo - aceitação. Por sua vez, no momento final observou-se um aumento das intervenções. A maioria teve carácter positivo, sendo que 50% foi de aceitação, 33.3% de incentivo à participação e 8.3% de repetição. Apenas 8.3% das intervenções tiveram carácter negativo com a finalidade de aceitação (ver Fig. 4).

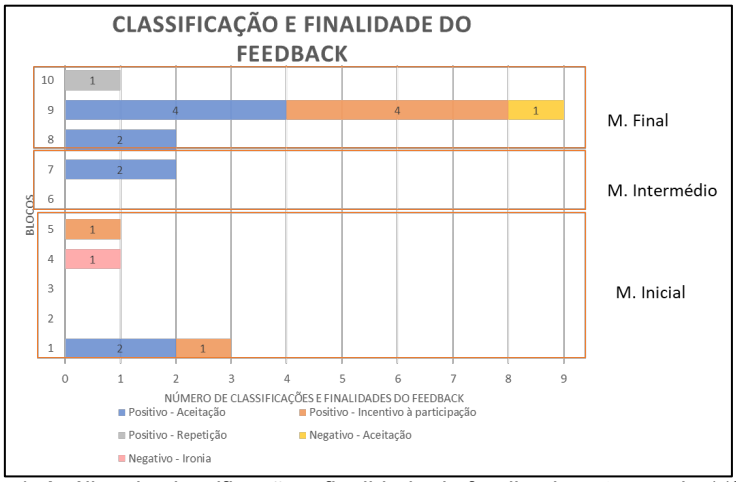


Figura 4. Análise da classificação e finalidade do feedback na turma do 11º ano.

Observação focada – turma 8º ano

No momento inicial, a professora colocou 11 questões aos alunos. Neste momento 45.5% das questões foram de gestão, 36.4% foram questões fechadas e 18.2% foram questões abertas. No momento intermédio, o número de questões subiu para 21. A maioria das questões colocadas neste momento foram questões fechadas (71.4%) enquanto que as restantes questões foram de gestão e retóricas (cada com uma frequência relativa de 14.3%). No momento final, a professora enunciou 8 questões, das quais 87.5% foram questões fechadas e 12.5% foram questões de gestão (ver Fig. 5).

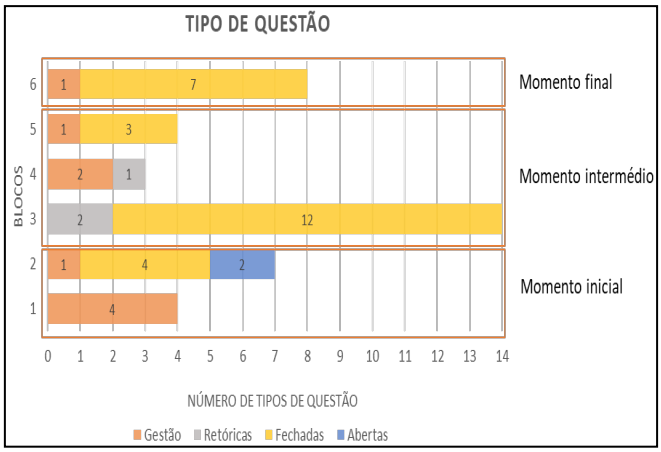


Figura 5. Análise do tipo de questões formuladas na turma do 8º ano.

No momento inicial, a professora colocou 6 questões aos alunos passíveis de serem classificadas com a versão revista da taxonomia de Bloom. A totalidades destas questões teve como objetivo lembrar os conteúdos programáticos. No momento intermédio, o número de questões colocadas subiu para 15 sendo a totalidade das questões classificadas como lembrar. Por sua vez, no momento final, a professora colocou 8 questões, 62.5% classificadas como entender enquanto que a frequência das questões classificadas como lembrar desceu para 37.5% (ver Fig. 6).

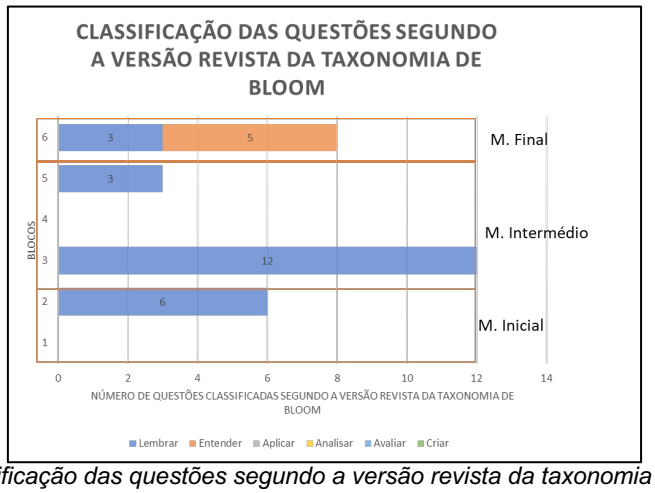


Figura 6. Análise da classificação das questões segundo a versão revista da taxonomia de Bloom na turma do 8º ano.

No momento inicial, a professora aplicou a estratégia de *feedback* 7 vezes, 28,6% classificado como positivo – incentivo à participação e 71.4% positivo – repetição.

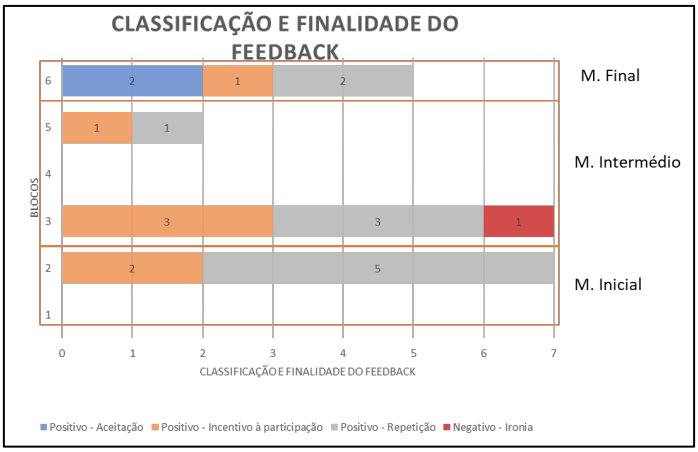


Figura 7 – Análise da classificação e finalidade do feedback na turma do 8º ano.

Por sua vez, no momento intermédio, das 9 intervenções 44.4% teve carácter positivo – repetição, 44.4% positivo - incentivo à participação e 11.2% negativo - ironia. No momento final, a professora empregou 5 vezes o *feedback*, 40% de aceitação, 20% de incentivo à participação e 40% de repetição (ver Fig. 7).

DISCUSSÃO

Na turma do 11º ano verifica-se um predomínio de questões fechadas ao longo da aula. Adicionalmente, verificou-se que a maioria das questões colocadas pelo professor se enquadram nas categorias de *lembrar* ou *entender,* de acordo com a versão revista da taxonomia de Bloom, que envolvem processos de nível cognitivo mais simples. Estes resultados vão ao encontro do trabalho de Smith *et al.* (2004) que verificou que a maioria das questões realizadas pelos professores são fechadas. Também se encontram congruentes com o descrito por Cotton (1988) e Amos (2002), que referem que a maioria das questões colocadas nas salas de aulas são de nível cognitivo baixo. No entanto, verifica-se um ligeiro aumento de questões abertas e do grau de exigência cognitiva das mesmas no momento final da aula. De acordo com a conversa informal com o professor, o mesmo referiu que tende a colocar questões mais gerais no início da aula, aumentando o grau de exigência das mesmas ao longo da aula, para que no fim os alunos consigam responder a questões mais desafiantes. Neste caso foram questões que desafiavam os alunos a analisar um gráfico. Esta estratégia parece eficaz e, segundo Cotton (1988), a enunciação de questões mais exigentes a nível cognitivo, em turmas de alunos mais velhos, é mais vantajosa e mais favorável para aprendizagem dos alunos do que as questões de nível cognitivo mais baixo.

Verifica-se que mais de metade do *feedback* realizado pelo professor é positivo de aceitação e de incentivo à participação. O *feedback* positivo de aceitação foi o mais frequente e ocorreu quando o professor aceitava as respostas dos alunos e posteriormente as explorava. De acordo com Voerman, Meijer, Korthagen & Simons (2015), o *feedback* positivo é mais eficaz para a aprendizagem dos alunos do que o *feedback* negativo, ou seja, o professor adota corretamente esta estratégia. O facto de o professor aplicar com maior frequência o *feedback* no momento final da aula, pode estar relacionado com o aumento das questões abertas e da exigência cognitiva das mesmas. Para que os alunos no fim da aula sejam capazes de responder a questões mais desafiantes, o professor tem de ter um papel mais ativo para os orientar e os incentivar durante o questionamento. Neste sentido, o aumento da estratégia de *feedback* positivo pode contribuir para criar uma dinâmica e um clima encorajador para a participação dos alunos. Como presente em Carvalho & Conboy (2013a), o *feedback* positivo tem como objetivo encorajar os alunos a participar na dinâmica da sala de aula, a sentirem que os professores os valorizam e a aumentar a autoestima dos alunos potenciando o seu progresso.

Na turma do 8º ano, a professora enuncia maioritariamente questões fechadas e pouco exigentes ao longo da aula. Estes resultados também vão ao encontro dos trabalhos de Smith *et al.* (2004), Cotton (1998) e Amos (2002). De acordo com a conversa informal com a professora, apesar de a questão central da aula ser aberta, por serem alunos mais novos, esta necessita de enunciar questões fechadas ao longo da aula para orientar os alunos a chegar às conclusões desejadas.

De acordo com os resultados mais de metade do *feedback* realizado pela professora é positivo – repetição. O *feedback* de repetição, identificado por Lyster & Ranta, (1997), é das formas de *feedback* mais eficazes e foi usado em todos os momentos da aula, tendo sido assim criado um clima encorajador para a participação e para a aprendizagem dos alunos (Carvalho & Conboy, 2013a; Voerman et al. 2015). Assim, a estratégia de *feedback* utilizada pela professora parece ser bastante vantajosa para fomentar a aprendizagem dos alunos.

Segundo a teoria de Vygotsky, o desenvolvimento da criança só faz sentido quando interpretado à luz do contexto sociocultural onde se insere (Moreira, 1999). A sala de aula é o local onde os jovens passam mais tempo, e todas as interações e estímulos presentes neste ambiente, contribuem para o desenvolvimento dos indivíduos.

Para a análise das observações focadas foi utilizado o ciclo de interação QiREx, sendo que a terceira parte do ciclo parece ser essencial durante a aprendizagem dos alunos. Segundo Amos (2002), o questionamento permite que os alunos estruturem o pensamento e reformulem ideias para atingirem um conhecimento mais complexo. Além do mais, o *feedback* quando usado eficazmente pelo professor e interpretado corretamente pelos alunos (Hattie, 2007) contribui para o seu sucesso escolar. Assim, durante a terceira parte da interação o professor, através do questionamento e *feedback*, explora as conceções dos alunos, tendo um papel de mediador na aprendizagem dos mesmos. De acordo com a

teoria de Vygotsky, a aprendizagem só ocorre em contextos de interação e se o professor trabalhar dentro da zona de desenvolvimento proximal dos alunos (Moreira, 1999). Adicionalmente, como referido em Carvalho & Conboy, (2013b), é através do diálogo que ocorre a clarificação dos conhecimentos e a autorregulação da aprendizagem pelo sujeito. Neste sentido, esta estratégia fomenta a interação entre os intervenientes, e se ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal, pode permitir que os alunos aprendam os conteúdos desejados através do diálogo de exploração.

CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido permitiu compreender que estes dois professores recorrem a diferentes formas de questionamento e de *feedback*. Na turma do 11º ano verificou-se um aumento progressivo do recurso a questões mais abertas e desafiadoras ao longo da aula. Em simultâneo, verificou-se que o professor aumentou também a frequência do *feedback* aceitação para orientar os alunos e os incentivar a participar. No caso da turma do 8º ano, observou-se que a professora utilizou maioritariamente questões fechadas e menos exigentes ao longo de toda a aula, sendo acompanhado do *feedback* repetição que permitiu orientar os alunos a chegar às conclusões desejadas. Estas diferenças poderão estar relacionadas com a idade dos alunos e com os estilos de ensino de cada professor.

O modelo de análise proposto QiREx revelou-se como um modelo capaz de identificar padrões de questionamento e de *feedback*, podendo servir de apoio ao trabalho de reflexão do professor sobre a sua prática, contribuindo assim para o enriquecimento da sua ação na sala de aula. Só através desta reflexão o professor é capaz de transformar a sua prática para assim inovar ou melhorar nas suas estratégias de ensino e aprendizagem (Oliveira & Serrazina, 2002).

REFERÊNCIAS

Alsop, S., Gould, G., & Watts, M. (2002). The role of pupils' questions in learning science. In S. Amos & R. Boohan (Eds.). *Aspects of teaching secondary science: Perspectives and practice* (pp. 39-48). London: Routledge Falmer.

Amos, S. (2002). Teachers questions in the science classroom. In S. Amos & R. Boohan (Eds.). *Aspects of teaching secondary science: Perspectives and practice* (pp 5-20). London: Routledge Falmer.

Becker, F. (2009) O que é o construtivismo? *Desenvolvimento e Aprendizagem sob o Enfoque da Psicologia, 2*, 1-8.

Blosser, P. (2000). *How to ask the right questions.* Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

Carvalho, C., & Conboy, J. (2013a). Gestão da sala de aula: Perspetiva Psicoeducacional. In F.H. Veiga (Coord.). *Psicologia da Educação – Teoria, investigação e aplicação, Envolvimento dos alunos na escola* (pp. 543-575). Lisboa: Climepsi Editores.

Carvalho, C., & Conboy, J. (2013b). Desenvolvimento cognitivo e da linguagem. In F.H. Veiga (Coord.). *Psicologia da Educação – Teoria, investigação e aplicação, Envolvimento dos alunos na escola* (pp. 83-96). Lisboa: Climepsi Editores.

Chin, C. (2006). Classroom interaction in science: Teacher questioning and feedback to students' responses*. International journal of science education, 28*(11), 1315-1346.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2005). Observation. In L. Cohen, L. Manion, & K. Morrison (Eds.) *Research Methods in Education* (pp. 305-316). New York: Routledge.

Cotton, K. (1988). Classroom questioning. *School improvement research series, 5*, 1-22.

Ferraz, A.P.C., & Belhot, R.V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção, 17*(2), 421-431.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research, 77*(1), 81-112.

Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* (pp. 173-176). New York: Routledge.

Lyster, R., & Ranta, L. (1997). A Corrective feedback and learner uptake: Negotiation of form in communicative classrooms. *Studies in second language acquisition, 20*, 37-66.

Moreira, M.A. (1999). A teoria da mediação de Vygotsy In *Teorias de aprendizagem* (pp.119-121). São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

Oliveira, A.W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(4), 422-453.

Oliveira, I., & Serrazina, L. (2002). A reflexão e o professor como investigador. *Reflectir e investigar sobre a prática profissional, 29*, 29-42.

Smith, F., Hardman, F., Wall, K., & Mroz, M. (2004). Interactive whole class teaching in the National Literacy and Numercy Strategies. *British educational research journal, 30*(3), 395-411.

Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. (1996). Questioning and discussion. In: *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy* (pp. 156-174). New Jersey: Merrill.

Voerman, L., Meijer, P. C., Korthagen, F. A., & Simons, R. J. (2012). Types and frequencies of feedback interventions in classroom interaction in secondary education. *Teaching and Teacher Education, 28*(8), 1107-1115.

Voerman, L., Meijer, P. C., Korthagen, F., & Simons, R. J. (2015). Promoting effective teacher-feedback: From theory to practice through a multiple component trajectory for professional development. *Teachers and Teaching, 21*(8), 990-1009.

Vogler, K. E. (2005). Improve your verbal questioning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 79*(2), 98-103.

Wilen, W. (1991). Teachers' Questioning Practices. In W. Wilen (Ed.), *Questioning skills, for teachers. What research says to the teacher* (pp. 8-11). Washington, D.C.: National Education Association.

¿DEPENDEN LAS ACTITUDES Y CONOCIMIENTOS DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA BIOTECNOLOGÍA DE LA INVERSIÓN EN LA INDUSTRIA BIOTECNOLÓGICA DE CADA PAÍS?

Alfredo Fernández Alías, Cristina Ruiz González, Luisa López Banet, Gabriel Enrique Ayuso Fernández

Universidad de Murcia, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales (ESPAÑA)

alfredo.fernandez@um.es

Resumen

Las investigaciones sobre las aplicaciones de la biotecnología han aumentado exponencialmente en las últimas dos décadas debido a su potencial para resolver algunos problemas de naturaleza económica, ambiental o de salud. Este crecimiento es paralelo al aumento en la investigación educativa sobre conocimientos y actitudes de los estudiantes hacia la biotecnología. En nuestro trabajo, realizamos un estudio bibliográfico sistematizado de los trabajos educativos sobre biotecnología relacionándolo con el país de origen de la investigación para establecer las diferencias encontradas entre los mismos. Con los resultados del análisis se puede observar una correlación entre la aceptación de las aplicaciones biotecnológicas y el conocimiento de esta. Además, permite el planteamiento de la hipótesis de la existencia de correlación entre inversión en biotecnología y el apoyo a la investigación biotecnológica en los diferentes países al ser el alumnado de los países biotecnológicamente industrializados más propenso a aceptar los diferentes usos de la biotecnología. Estas observaciones sugieren que la alfabetización en biotecnología deba llevarse a cabo teniendo en cuenta el contexto socioeconómico del lugar en que se implementa.

Palabras clave: biotecnología; conocimientos y actitudes; revisión bibliográfica; enseñanza secundaria y bachillerato

INTRODUCCIÓN

La biotecnología, entendida como la aplicación de una aproximación multidisciplinar, científica y tecnológica, a un sistema biológico para obtener productos o procesos de interés para el ser humano (Universidad de Murcia, 2008), ha experimentado un crecimiento exponencial en la sociedad gracias a cubrir los tres intereses de las ciencias descritos por Durant (1990):

- Cultural: La ciencia ha sido parte de la herencia humana a través de las eras, remontándose su origen a las civilizaciones de la Antigüedad como Grecia y Egipto, que elaboraban bebidas fermentadas pese a que el proceso molecular subyacente fuese desconocido.
- Social: La humanidad interacciona diariamente con aplicaciones de desarrollo biotecnológico y su comprensión facilita el entendimiento de nuestro entorno.
- Político: Aspectos éticos y morales son discutidos cuando se trata la biotecnología, haciéndose necesaria la adquisición de información contrastada para desarrollar una opinión bien informada sobre el tema.

De este modo, estos contenidos de biotecnología forman parte de los que deben ser incluidos en la denominada alfabetización científica de los estudiantes, ya que facilitan su preparación para su participación activa en la toma de decisiones en temas influidos por los productos y aplicaciones obtenidos por la ciencia, también denominados temas o problemas sociocientíficos (SSI); y entre estos, las aplicaciones de la biotecnología ocupan un lugar destacado (Fritz et al., 2003).

Por otra parte, el crecimiento se ve reflejado tanto en los medios de comunicación como en los programas educativos, habiéndose visto el espacio dedicado a la biotecnología aumentado en ambos casos durante las últimas dos décadas. Combinado con esta inclusión en los programas educativos, también se ha visto aumentada la producción científica acerca de los conocimientos y actitudes hacia la biotecnología de los estudiantes de etapas preuniversitarias (Educación Secundaria Obligatoria [ESO] y Bachillerato). No obstante, estos estudios centran su interés en el país en que se desarrollan, comparando los datos obtenidos con los de otros autores sin considerar que la inversión realizada en biotecnología difiere entre el país objeto de estudio y aquellos con los que se comparan los resultados ni si esto puede afectar de algún modo a las percepciones manifestadas por los estudiantes (Lock,

1996; Dawson & Schibeci, 2003a, b; Klop & Severiens, 2007; Prokop, Lesková, Kubiatko, & Diran, 2007; Saez, Gómez-Niño & Carretero, 2008; Laux, Mosher & Freeman, 2010; Mohapatra, Priyadarshini & Biswas, 2010; Occelli, Vilar & Valeiras, 2011; Fonseca, Costa, Lencastre, & Tavares, 2012; Herodotou et al., 2012; Casanoves, González, Salvadó, Haro, & Novo, 2015; Gardner & Troelstrup, 2015; Chen, Chu, Lin & Chiang, 2016; Öztürk-Akar, 2017 y Maes, Bourgonjon, Gheysen, & Valcke, 2018).
A modo de ejemplo con una de las aplicaciones biotecnológicas que más controversias sociocientíficas suscita, los organismos genéticamente modificados (OMG), algunos autores sugieren que dentro de las fronteras de su país objeto de estudio, la ausencia de cultivos de OGM y la exclusión de estos en el currículo escolar puede aumentar el rechazo hacia las aplicaciones biotecnológicas (Prokop et al., 2007). Con esta revisión pretendemos, usando una perspectiva geográfica:

- Estudiar las posibles diferencias existentes entre aquellos países con publicaciones acerca de actitudes y conocimiento de los estudiantes de instituto sobre la biotecnología.
- Clasificar dichos países de acuerdo con la investigación y el estado de la industria biotecnológica en sus fronteras.
- Explorar la conexión entre las diferencias, si las hay, existente entre las actitudes y el conocimiento manifestado por el alumnado y la situación de la biotecnología en sus países de origen.

METODOLOGÍA

La revisión bibliográfica se llevó a cabo considerando los artículos publicados durante las últimas dos décadas, dado el crecimiento experimentado por las publicaciones sobre biotecnología en este periodo, tanto en inglés como en castellano en revistas educacionales, dando prioridad a aquellas indexadas en JCR y/o SJR (Tabla 1). Como palabras clave para la búsqueda se utilizaron: biotecnología, educación en ciencias, actitudes y conocimiento. La búsqueda se llevó a cabo de forma independiente por los autores del artículo.

Tabla 1. Revistas consideradas para la revisión bibliográfica

Biochemistry and Molecular Biology Education
International Journal of Science Education
Journal of Biological Education
Journal of Science Education
Research in Science Education
Research in Science Education in Europe
Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias
Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias
Science and Public Affairs
The Journal of Technology Studies

La información acerca del estado de la industria biotecnológica, número de empresas e inversión media de estas, para los años de interés del estudio, fueron recogidos de fuentes contrastadas de internet (Hoffman, 2012; Rufus Scientific, 2016). Los países fueron clasificados en tres grupos: países con industria biotecnología establecida y países sin industria biotecnológica establecida con apoyo o rechazo hacia esta.

RESULTADOS

Análisis de la relación entre la inversión en biotecnología y las actitudes del alumnado hacia esta

A través de nuestra revisión bibliográfica se seleccionaron y clasificaron los países que han realizado estudios sobre el conocimiento y actitudes del alumnado hacia la biotecnología y los resultados de sus investigaciones se cruzaron con la importancia de la industria biotecnológica en sus fronteras (Tabla 2):

Tabla 2 – Relación entre la inversión en biotecnología y actitudes del alumnado hacia esta

País	Industria biotecnológica establecida (Hoffman, 2012)	Número de compañías inversoras e inversión media por compañía (Rufus Scientific, 2016)	Conocimientos y actitudes del alumnado (Referencia(s))
Argentina	No	No hay información disponible	Los estudiantes rara vez utilizan el significado aceptado de «biotecnología» para referirse a ella. Generalmente se une esta a la ingeniería genética y sus usos tradicionales. Los estudiantes muestran apoyo hacia las diversas aplicaciones, incluso cuando estas implican investigación con animales, con una aceptación superior al 60% (Occelli et al., 2011).
Australia	Sí	34 compañías y 18.53 millones de dólares.	El conocimiento sobre biotecnología del alumnado es escaso e impreciso. Términos como clonación, ingeniería genética y biotecnología resultan desconocidos para el 30% del alumnado, existiendo confusión con los términos incluso para los alumnos que los conocen. La modificación genética es aceptada por el alumnado para plantas y microorganismos, pero se argumenta contra la manipulación animal recurriendo a valores éticos y morales (Dawson & Schibeci, 2003a, b)
Bélgica	Sí	32 compañías y 17.34 millones de dólares.	La falta de conocimiento en el campo deriva en una escasa habilidad para tomar decisiones razonadas y, consecuentemente, en una muestra de indecisión con respecto al consumo de comida de origen transgénico. Sin embargo, los estudiantes que obtuvieron mejores resultados en los cuestionarios utilizados mostraron una mayor predisposición hacia los OGM (Maes et al., 2018).
Chipre	No	No hay información disponible	Sin mostrarse completamente en contra de los OGM, los estudiantes rechazan su uso en aplicaciones médicas y medioambientales. Este hecho podría asociarse a la falta de cultivos de OGM en Chipre y la ausencia de biotecnología en el currículo escolar. El conocimiento del tema por parte del alumnado es superficial, persiste un desinterés hacia el mismo y este no es capaz de conectarlo con su día a día. Los miedos con respecto a la biotecnología se muestran en el hecho de que las aplicaciones médicas sean las más rechazadas bajo el argumento de que tendría repercusión directa sobre ellos (Herodotou et al., 2012)
Eslovaquia	No	Además de no contar con industria, el cultivo de OGMs está prohibido en el país.	Los estudiantes muestran concepciones alternativas tales como que la modificación genética provoca sufrimiento animal y que el consumo de OGMs puede producir cáncer o destruir genes humanos. Consecuentemente, se oponen firmemente a su consumo. Sin embargo, el 93% del alumnado encuestado indica que le gustaría estar más informado y se encuentra correlación entre un mayor conocimiento y una actitud más tolerante (Prokop et al., 2007).
España	Sí	53 compañías y 16.27 millones de dólares.	Los estudiantes muestran dificultades para hablar sobre biotecnología y OGMs debido a las concepciones alternativas y falta de conocimiento. Muestran apoyo a las aplicaciones biotecnológicas si puede obtenerse un beneficio medioambiental o para la salud de estas. Un mayor conocimiento correlaciona con una actitud más positiva hacia la biotecnología. (Saez et al., 2008; Casanoves et al., 2015)

Estados Unidos		2945 compañias y 15.74 millones de dólares.	El alumnado muestra una aceptación general hacia las aplicaciones biotecnológicas, incluyendo la ingeniería genética de uso público y su aplicación en el campo. No se percibe un elevado riesgo asociado a las aplicaciones ni inmoralidad en su uso. Comparando al alumnado de ciencias con aquel que no cursa ciencias, el primero posee un mayor entendimiento, aceptación y seguridad con respecto al consumo de OGMs (Laux et al., 2010; Gardner & Troelstrup, 2015)
Holanda	Sí	61 compañías y 13.87 millones de dólares.	El conocimiento y actitud del alumnado hacia la biotecnología muestra una correlación directa. Los estudiantes que muestran un mejor entendimiento de la materia también conocen las aplicaciones y muestran su apoyo a estas. Al descender el conocimiento sobre el tema crece el rechazo hacia las aplicaciones (Klop & Severiens, 2007)
India	En crecimiento	66 compañías y 21.16 millones de dólares.	La falta de comprensión sobre el comportamiento del material genético en células y organismos produce dudas en alumnado al ser preguntados sobre los alimentos OGM. Generalmente, se considera los OGM como parte de la solución al hambre en el mundo, pero ambientalmente se asocian con aspectos perjudiciales. Sorprendentemente, las aplicaciones biomédicas no cuentan con apoyo, argumentándose que su uso e investigación debería prohibirse (Mohapatra et al., 2010).
Portugal	Sí	3 compañías y 5.33 millones de dólares.	Los estudiantes, en general, muestran concepciones alternativas al hablar de biotecnología. Las aplicaciones biomédicas se aceptan con mayor facilidad que aquellas que implican a animales. Existe una preocupación creciente sobre el consumo de OGMs. El alumnado que mostraba mejor conocimiento tiene una actitud más tolerante con las aplicaciones biotecnológicas (Fonseca et al., 2012)
Reino Unido	Sí	403 compañías y 15.87 millones de dólares.	El alumnado se muestra más favorable a la manipulación genética de plantas y microorganismos que de animales, siendo una excepción la aceptación de esta con finalidades médicas. La educación en biotecnología reduce las inseguridades del alumnado en la toma de decisiones, correlacionando un mayor conocimiento con una actitud más favorable hacia la biotecnología (Lock, 1996)
Taiwán	Sí	Información no disponible en las fuentes consultadas. Los autores argumentan que la diferencia en el régimen económico hace la comparativa carente de significado.	Aunque hay un aumento en el conocimiento sobre la biotecnología desde el principio de siglo, las actitudes hacia esta son más negativa, algo asociado por los investigadores a la campaña contra la misma realizada por los medios. Las aplicaciones que implican a plantas y a animales cuentan con un mayor apoyo que aquellas que implican a animales (Chen et al., 2016)
Turquía	No	No hay información disponible	Hay una falta general de conocimiento entre el alumnado en el campo de la biotecnología. Sin embargo, los estudiantes de ciencias muestran un mayor conocimiento y una mayor aceptación de las aplicaciones biotecnológicas (Öztürk-Akar, 2017)

Clasificación de los países según su inversión en biotecnología y actitud del alumnado hacia esta

Somos conscientes de que la relativamente reciente incorporación de la biotecnología a los programas de estudio de secundaria y bachillerato. Debido a esto, no es una sorpresa encontrar en la bibliografía que, generalmente, existe un nivel bajo de comprensión de esta (Saez et al., 2008; Fonseca et al., 2012; Occeli et al., 2016; Öztürk-Akar, 2016).

Además, también se ha puesto de manifiesto que los métodos tradicionales en la enseñanza de la genética, un campo básico para la comprensión de la biotecnología, lleva a una incorrecta comprensión sobre el comportamiento y localización de la molécula de la herencia (Lewis & Wood-Robinson, 2000 y Ruíz-Gonzalez, Banet & López-Banet, 2017) debido a la incapacidad para realizar conexiones laterales (Gerike &Wahlberg, 2013) y produciendo esto un aumento en la dificultad de la enseñanza de la biotecnología. Debe tenerse en cuenta que la biotecnología es un campo propenso a implicar al alumnado en las ciencias, cuyo uso puede ayudar a su desarrollo como ciudadanos bien informados capaces de participar, con un juicio fundamentado, en debates con controversia científica (Hark, 2008).

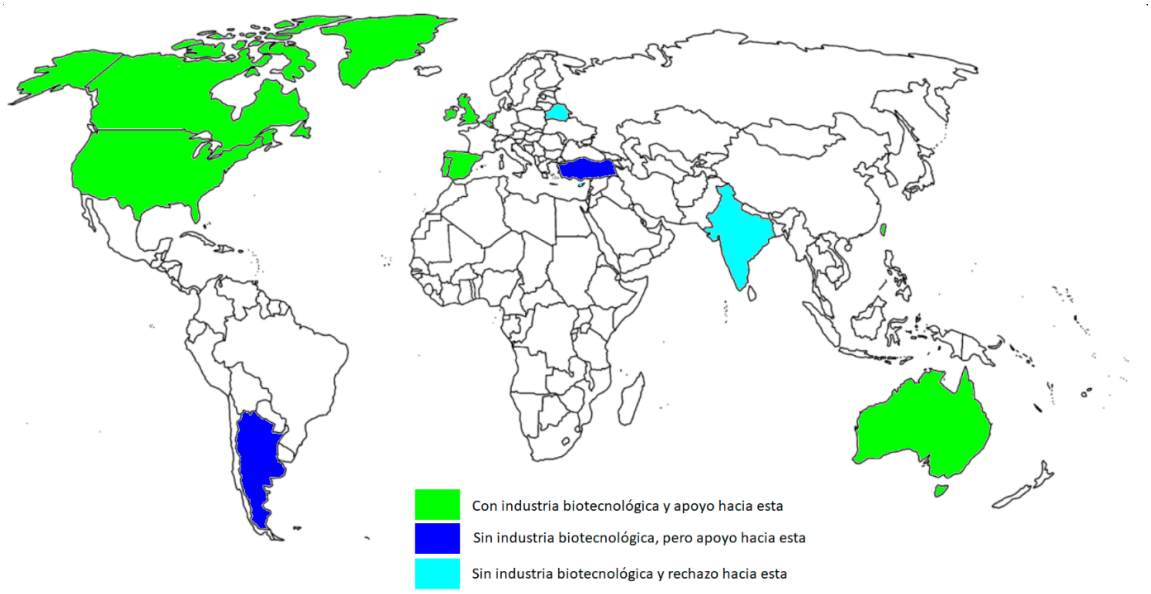


Figura 1. Clasificación de los países según su industria biotecnológica y el apoyo de su alumnado hacia esta.

Considerando estos como factores comunes para todos los países objeto de la revisión, los hemos clasificado en dos categorías, países con una industria biotecnológica establecida y países con una industria en crecimiento o no establecida. Estos últimos muestran dos variedades, con apoyo hacia la biotecnología o con rechazo hacia esta (Fig. 1 y Tabla 3).

Tabla 2 – Relación del conocimiento y las actitudes hacia la biotecnología con la presencia de industria en el país de estudio. Verde: Alto; Amarillo: Medio; Rojo: Bajo

Actividad	**Países con industria biotecnológica establecida**	**Países sin industria biotecnológica establecida**	
		Apoyo	**Rechazo**
Conocimiento sobre biotecnología			
Aceptación general de la biotecnología			
Aceptación de la biotecnología médica			
Apoyo de la biotecnología ambiental			

Al comparar ambos grupos se puede encontrar un patrón de aceptación hacia la biotecnología cuando la industria biotecnológica está presente. En los países sin industria establecida o con industria en

crecimiento se encuentra una división de opiniones entre apoyo y rechazo. En términos generales, en ambos grupos parece existir una correlación entre un mayor conocimiento y una mejor aceptación de las aplicaciones de la biotecnología (Lock, 1996; Klop & Severiens, 2007; Prokop et al., 2007; Saez et al., 2008; Fonseca et al., 2012; Casanoves et al., 2015; Öztürk-Akar, 2017 y Maes et al., 2018).

CONCLUSIONES

Aunque los resultados de los estudios entre conocimiento y actitudes hacia la biotecnología muestren ambigüedad en los resultados, tal como se indica en Dawson (2007, p.61), debido a la diversidad de los datos recogidos (entrevistas, cuestionarios de respuesta abierta y cerrada, etc.) y la interpretación realizada por los autores, sumado a las diferencias curriculares que pueden existir en el tratamiento de la biotecnología entre los diferentes países hace que las conclusiones obtenidas deban considerarse como preliminares, estas pueden ser utilizadas como vía para futuros estudios:

- Un mayor conocimiento parece correlacionar con una mayor aceptación de las aplicaciones biotecnológicas por parte del alumnado.
- El establecimiento de una industria biotecnológica podría correlacionar con una mejor actitud hacia las distintas aplicaciones de la biotecnología.
- El estudio de las actitudes sobre las aplicaciones en biotecnología, al igual que cualquier tema que genere controversias sociocientíficas, requiere tener en cuenta el contexto social y económico en que se desarrolla, siendo este cambiante en cada uno de los países o regiones analizados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España a través del proyecto PGC2018-097988-A-I00.

REFERENCIAS

Casanoves, M., González, Á., Salvadó, Z., Haro, J., & Novo, M. (2015). Knowledge and Attitudes Towards Biotechnology of Elementary Education Preservice Teachers: The first Spanish experience Knowledge and Attitudes Towards Biotechnology of Elementary Education Preservice Teachers: The first Spanish experience. *International Journal of Science Education*, *37*(17), 2923–2941. doi:10.1080/09500693.2015.1116718

Chen, S.Y., Chu, Y.R., Lin, C.Y., & Chiang, T.Y. (2016). Students' knowledge of, and attitudes towards biotechnology revisited, 1995 – 2014: Changes in agriculture biotechnology but not in medical biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education, 44*(5), 475-491. doi:10.1002/bmb.20969

Dawson, V., & Schibeci, R. (2003a). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes. *Journal of Biology Education, 38*(1), 1–6. doi:10.1080/00219266.2003.9655889

Dawson, V., & Schibeci, R. (2003b). Western Australian school students' understanding of biotechnology. *International Journal of Science Education, 25*(1), 57–69. doi:10.1080/09500690210126720

Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12-17 Year Old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, *37*(1), 59–73. doi:10.1007/s11165-006-9016-7

Durant, J.R. (1990). Copernicus and Conan Doyle: or, why should we care about the public understanding of science. *Science and Public Affairs, 5*(1), 7-22.

Fritz, S., Husmann, D., Wingenbach, G., Rutherford, T., Egger, V., & Wadhwa, P. (2003). Awareness and acceptance of biotechnology issues among youth, undergraduates, and adults. *AgBioForum, 6*(4), 178–184.

Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., & Tavares, F. (2012). Multidimensional analysis of high-school students' perceptions about biotechnology. *Journal of Biology Education, 46*(3), 129–139. doi:10.1080/00219266.2011.634019

Gardner, G. E., & Troelstrup, A. (2015). Students' Attitudes Toward Gene Technology: Deconstructing a Construct. *Journal of Science Education and Technology, 24*(5), 519–531. doi:10.1007/s10956-014-9542-4

Herodotou, C., Kyza, E.A., Nicolaidou, I., Hadjichambis, A., Kafouris, D., & Terzian, F. (2012). Communication and Public Engagement: The Development and Validation of the GMOAS, an Instrument Measuring Secondary School Students' Attitudes Towards Genetically Modified Organisms. International *Journal of Science Education, 2*(2), 131–147. doi:10.1080/09500693.2011.637580

Hoffman, W. (2012, February 28). *Large Biotechnology Industry and Clusters Expertise, 2004-2005*. Retrieved from https://mbbnet.ahc.umn.edu/scmap/biosecuritymap.html

Klop, T., & Severiens, S. (2007). An Exploration of Attitudes towards Modern Biotechnology: A study among Dutch secondary school students. *International Journal of Science Education*, *29*(5), 663–679. doi:10.1080/09500690600951556

Laux, C.M., Mosher, G.A., & Freeman, S.A. (2010). Factors Affecting College Students' Knowledge and Opinions of Genetically Modified Foods. *The Journal of Technology Studies*, *36*(2), 2–9.

Lock, R. (1996). Biotechnology and genetic engineering: Student knowledge and attitudes. Implications for teaching controversial issues and the public understanding of science. In G. Welford, J. Osborne, P. Scott (Eds.) *Research in Science Education in Europe* (pp. 229-242). London: The Falmer Press.

Maes, J., Bourgonjon, J., Gheysen, G., & Valcke, M. (2018). Variables Affecting Secondary School Students' Willingness to Eat Genetically Modified Food Crops. Research in Science Education, 48(3), 597-618. doi:10.1007/s11165-016-9580-4

Mohapatra, A. K., Priyadarshini, D., & Biswas, A. (2010). Genetically Modified Food: Knowledge and Attitude of Teachers and Students. *Journal of Science Education and Technology, 19*(5), 489-497. doi:10.1007/s10956-010-9215-x

Occelli, M., Vilar, M. T., & Valeiras, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 10*(3), 227–242.

Öztürk-Akar, E. (2017). Turkish university students' knowledge of biotechnology and attitudes toward biotechnological applications. *Biochemistry and Molecular Biology Education, 45*(2), 115-125. doi:10.1002/bmb.20996

Prokop, P., Lesková, A., Kubiatko, M., & Diran, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education, 29*(7), 895–907.

Rufus Scientific. Nature. (2016). *Biotech VC investment map*. Retrieved from http://www.rufus-scientific.com/vcmap/world.html

Sáez, M., Gómez-Niño, A., & Carretero, A. (2008). Matching society values: Students' views of biotechnology. *International Journal of Science Education, 30*(2), 167–183. doi:10.1080/09500690601152386

Universidad de Murcia. (2008). *Información General: Grado en Biotecnología. Murcia*. Retrieved from http://www.um.es/web/biologia/contenido/estudios/grados/biotecnologia

ANEXOS

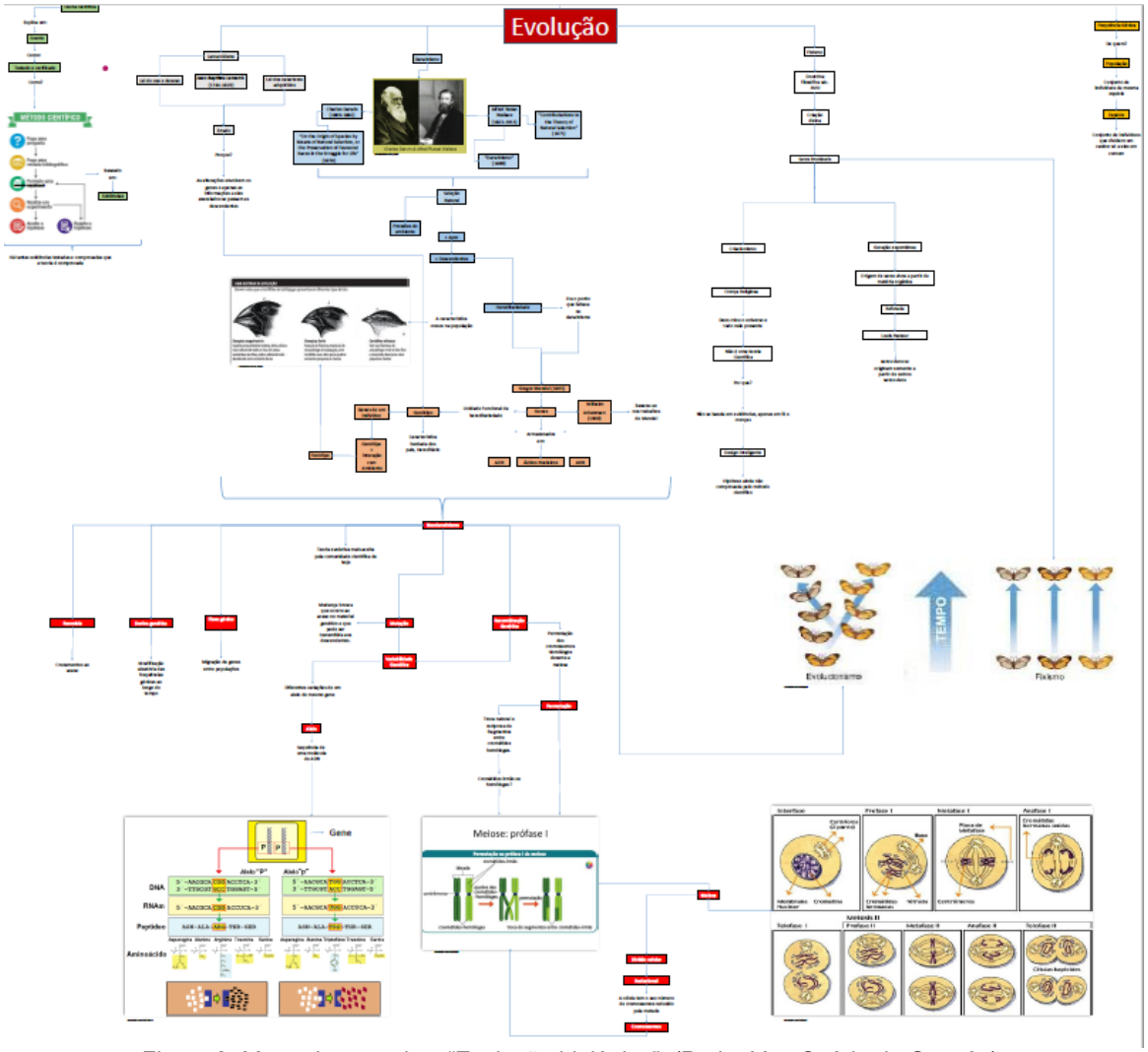
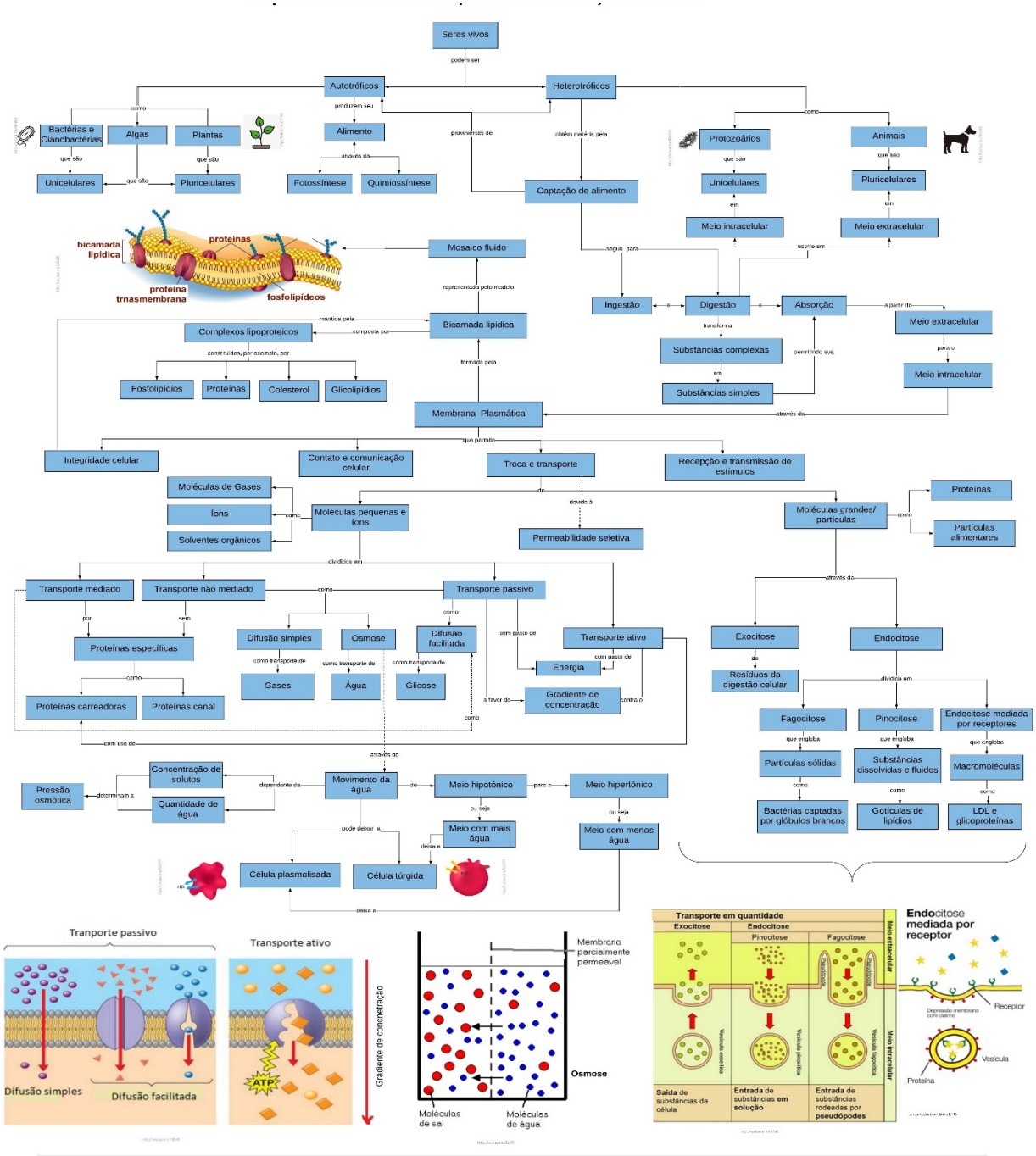


Figura 2. Mapa de conceitos "Evolução biológica". (Pedro Yan Ozório de Gouvêa).



Nota: Diagramas para ilustração dos transporte de membrana: Difusão simples, Difusão facilitada, Transporte ativo, Osmose, Exocitose, Endocitose (Pinocitose, Fagocitose e endocitose mediada por receptor)

Figura 3. Mapa de conceitos “Membrana plasmática e obtenção de matéria” (Mírian Quintão Assis).

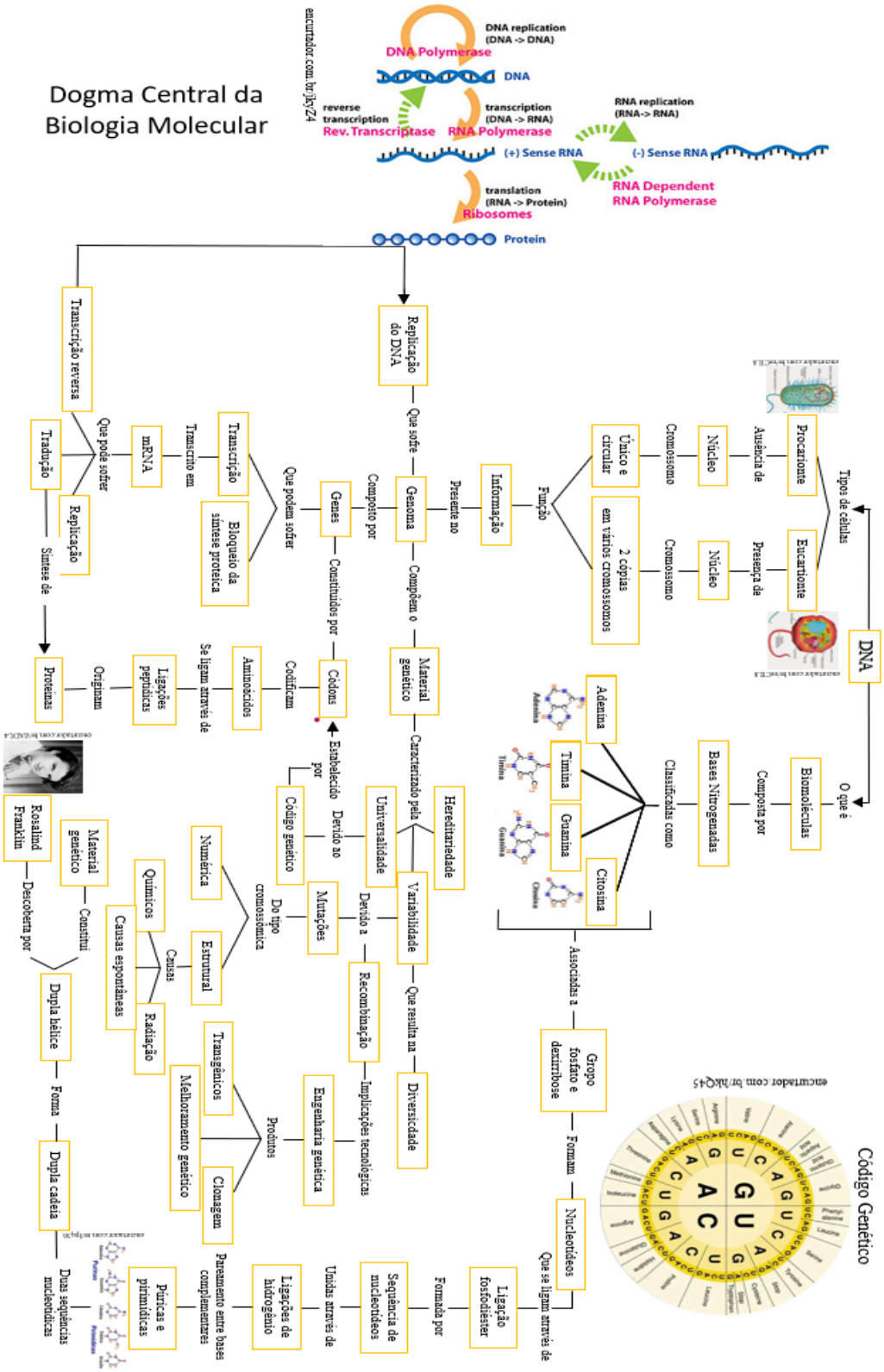


Figura 4. Mapa de conceitos “Universalidade e variabilidade da molécula de DNA” (Pâmella Leite Sousa Assis).

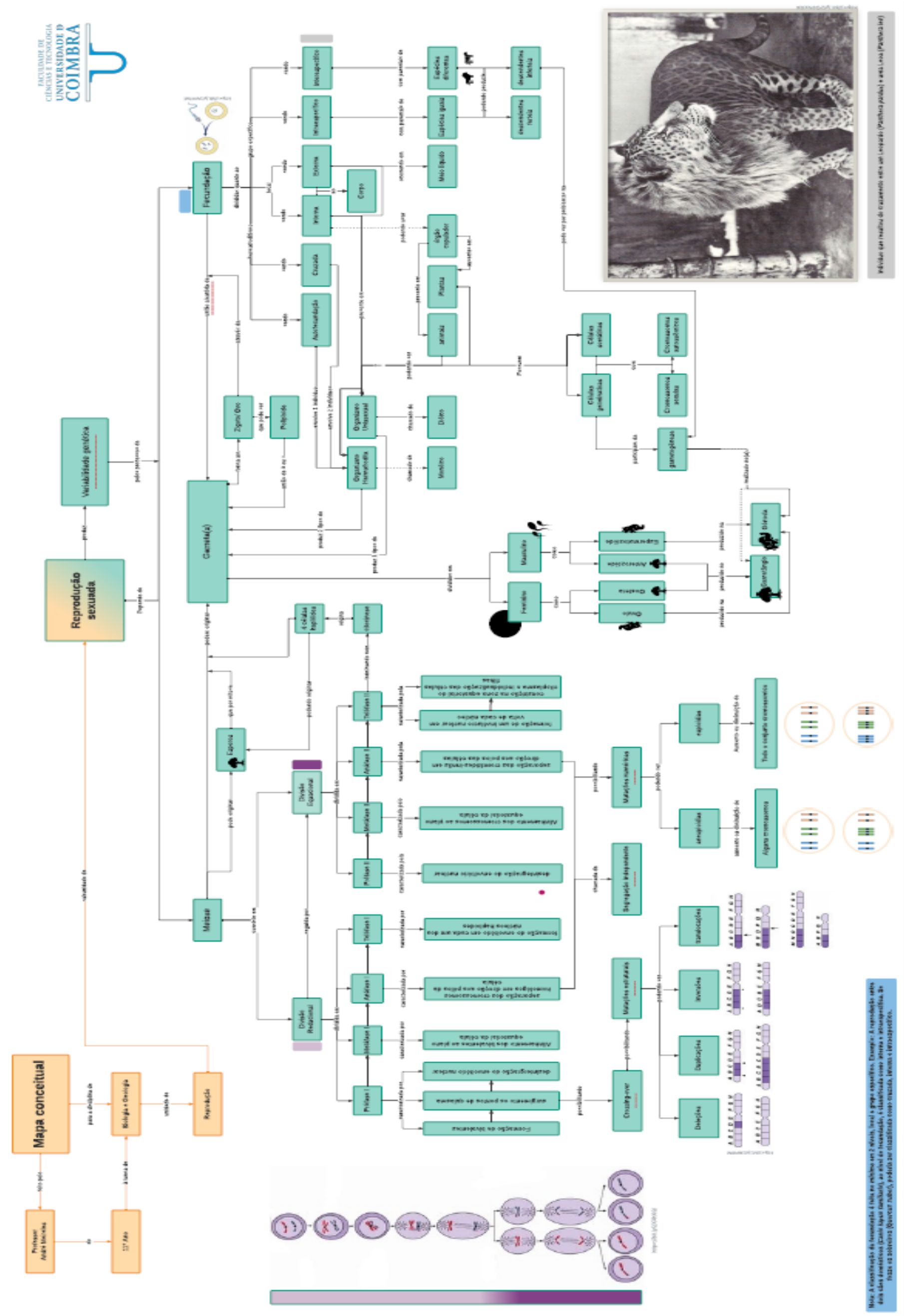


Figura 5. Mapa de conceitos “Reprodução sexuada” (André Araújo de Meireles).

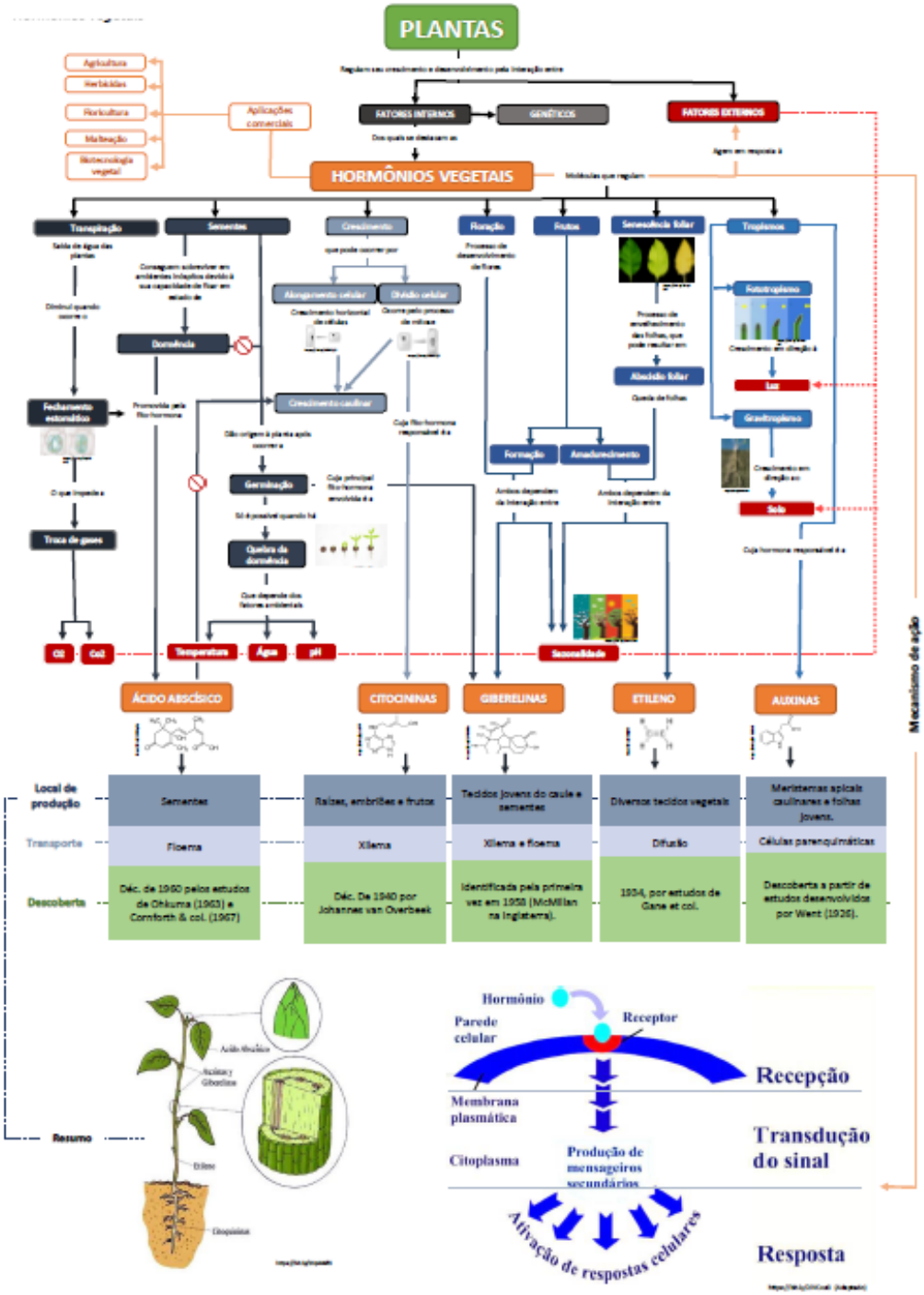


Figura 6. Mapa de conceitos “Hormonas vegetais” (Abdy Augusto Silva).

ELABORAÇÃO DE PRODUÇÕES MULTIMÉDIA COMO FORMA DE COMUNICAR APRENDIZAGENS EM ANÁLISE COMBINATÓRIA

Belmira Mota[1], Rosa Antónia Tomás Ferreira[2]

[1]Colégio EFANOR & Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (PORTUGAL)
[2]Faculdade de Ciências da Universidade do Porto & CMUP (PORTUGAL)
rferreir@fc.up.pt

Resumo

Este estudo decorre de um outro mais amplo, baseado numa experiência de ensino ancorada nos princípios da perspetiva da Educação Matemática Realista e na abordagem exploratória ao processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Desafiámos os alunos de uma turma do 12.º ano de escolaridade para, em pequenos grupos, elaborarem produções multimédia em que comunicassem as suas aprendizagens em Análise Combinatória, alguns meses após a lecionação deste tema. O estudo baseia-se na análise documental dessas produções. Os resultados sugerem que os alunos realizaram, na sua maioria, aprendizagens sólidas do tema, sendo capazes de criar situações e formular problemas combinatórios, associando-lhes operações combinatórias adequadas, as quais explicam no contexto das situações escolhidas. A análise dos dados evidencia ainda uma preocupação clara dos alunos em comunicar de forma acessível e compreensível a terceiros as situações criadas e a adequabilidade das operações combinatórias usadas para as resolver, recorrendo, mais uma vez, ao contexto dessas situações como veículo para lhes dar significado. São feitas algumas sugestões para a prática letiva decorrentes da análise efetuada.

Palavras-chave: Análise Combinatória; Ensino-aprendizagem exploratório; Comunicar aprendizagens; Produções multimédia.

A APRENDIZAGEM DA ANÁLISE COMBINATÓRIA

A Análise Combinatória é um tema que muitos alunos consideram difícil de aprender e muitos professores difícil de ensinar (e.g., Batanero, Navarro-Pelayo, & Godino, 1997; Lockwood, 2013). Na verdade, não são necessários muitos pré-requisitos para aprender AC e não é raro surgirem alunos que, manifestando dificuldades noutras áreas da Matemática, conseguem aprender este tema sem grandes obstáculos, em particular sem experienciarem dificuldades provindas pela falta de bases! Por outro lado, também acontece frequentemente existirem alunos com bom aproveitamento na disciplina de Matemática que se sentem desconfortáveis no estudo da AC, manifestando inseguranças que tipicamente não vivenciam na aprendizagem de outros temas do currículo escolar. Com isto não queremos dizer que existem apenas casos extremos no que à aprendizagem da AC diz respeito; na realidade, são várias as dificuldades na aprendizagem deste tema que estão documentadas pela investigação em Educação Matemática (e.g., Batanero et al., 1997; Lockwood, 2013).

No entanto, o trabalho dos alunos em AC pode ter um papel fundamental no desenvolvimento das suas capacidades de ordem superior, tais como a resolução e formulação de problemas e a comunicação matemática. Este tema presta-se, de modo particular, ao trabalho em torno de situações novas ou de natureza problemática, obrigando os alunos a relacionar dados para poder dar resposta aos desafios que enfrentam e não podendo limitar-se ao raciocínio por analogia ou à mecanização de procedimentos. Assim, as tarefas habitualmente propostas aos alunos em sala de aula apresentam algum nível de exigência cognitiva, potenciando também a partilha e o confronto de abordagens usadas e, deste modo, estimulando a comunicação matemática entre os diferentes agentes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. A AC está ainda frequentemente associada a situações do dia-a-dia, sendo um tema propício ao estabelecimento de conexões entre a Matemática e a realidade. De facto, ao estar diretamente relacionada com vários ramos da Matemática e com outras disciplinas, a AC providencia ferramentas extremamente úteis para lidar com problemas do quotidiano e da vida profissional (Eizenberg & Zaslavsky, 2004).

A resolução de problemas de AC envolve o uso de algumas operações de contagem: permutações, arranjos com e sem repetição, e combinações, habitualmente designadas por operações combinatórias. A cada uma destas quatro operações estão associadas fórmulas matemáticas ou fórmulas de contagem. Uma das principais dificuldades sentidas pelos alunos na aprendizagem da AC prende-se, precisamente, com a seleção da operação adequada para resolver uma dada tarefa. Por exemplo, muitos alunos têm sérias dificuldades em distinguir claramente as tarefas cuja resolução envolve a utilização de arranjos das que envolvem o uso de combinações (e.g., Batanero et al., 1997). Assim, os alunos parecem ter dificuldades em compreender a diferença na estrutura matemática subjacente a cada operação e em atribuir significado às respetivas fórmulas de cálculo.

A fórmula das combinações é mais complexa do que a dos arranjos sem repetição, e isso pode influenciar as estratégias informais de resolução, como o recurso a diagramas de árvore ou a tabelas de dupla entrada. Assim, Eizenberg e Zaslavsky (2004) recomendam a criação de cenários que encorajem uma resolução colaborativa de problemas pelos alunos, onde sejam promovidos o respeito mútuo e a interação entre pares. Os autores recomendam ainda o recurso ao *feedback* sobre os trabalhos realizados, feito pelos pares e pelo professor. O programa em vigor, aquando da realização do estudo aqui relatado, ia ao encontro destas sugestões metodológicas, incentivando a realização de trabalhos de grupo, bem como a dinamização de atividades que fomentassem a comunicação entre os alunos, salientando a importância da partilha e discussão de diferentes raciocínios conducentes a diversos processos de resolução de uma mesma tarefa (ME, 2002).

A IMPORTÂNCIA DA COMUNICAÇÃO MATEMÁTICA NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

É inegável a importância que o desenvolvimento da capacidade de comunicação matemática tem na aprendizagem dessa disciplina. Numerosos documentos orientadores dos currículos, quer a nível nacional, quer a nível internacional, sublinham essa importância, destacando que os alunos devem ser capazes de comunicar o seu pensamento matemático de modo claro e coerente; analisar e avaliar o pensamento e as estratégias de outras pessoas (sejam os pares, o professor ou outros agentes educativos); e usar a linguagem matemática para expressarem as suas ideias de modo adequado (e.g., NCTM, 2000). Deste modo, é necessário que se ofereçam aos alunos "oportunidades frequentes para falar, escrever, ler e ouvir nas aulas de matemática (e fora delas) pois assim estarão a organizar, consolidar e ampliar o seu conhecimento matemático" (ME, 2001, p. 11). Estas recomendações dizem respeito a todo o currículo da matemática escolar. Neste texto, focamo-nos ao nível do 12.º ano de escolaridade, pois é neste ano de escolaridade que os alunos tomam contacto, pela primeira vez, com as operações combinatórias, sobre o qual incide este texto.

Os documentos curriculares mais recentemente publicados no nosso país, o *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória* (ME, 2017) e as *Aprendizagens essenciais de Matemática A* (ME, 2018), para o 12.º ano, enfatizam a necessidade de desenvolver nos alunos a sua capacidade de resolução de situações problemáticas e de comunicação de ideias matemáticas. Em particular, o *Perfil dos alunos* alerta para a importância da comunicação matemática na interpretação e resolução de situações diversificadas, sobretudo situações de natureza problemática. As *Aprendizagens essenciais*, para o 12.º ano, sublinham também que "os estudantes devem ter oportunidade de descobrir, raciocinar, provar e comunicar matemática" (ME, 2018, p. 3). Neste sentido, estes dois documentos orientadores do currículo revitalizam a importância da comunicação matemática nas aprendizagens e percurso escolar dos alunos.

CONTEXTO E OBJETIVOS DO ESTUDO

Neste texto, apresentamos alguns resultados de uma experiência de ensino (Steffe & Thompson, 2000) realizada com uma turma de 12.º ano de escolaridade, no ano letivo de 2016/17, numa escola do interior norte de Portugal. O principal objetivo da experiência de ensino era ajudar os alunos a desenvolver uma aprendizagem com significado dos principais conceitos de AC e a dar significado às operações combinatórias, com apoio em tarefas contextualizadas, sobretudo de natureza problemática, e seguindo uma abordagem exploratória ao processo de ensino-aprendizagem. Este texto incide sobre um desafio lançado aos alunos ao longo do segundo

período letivo, em que, através da realização de uma produção multimédia (do tipo que entendessem mais adequado), pudessem apresentar situações distintas em que a AC fosse aplicada. O tema da AC tinha sido trabalhado no início do ano letivo e, com este desafio, pretendíamos perceber que aprendizagens os alunos tinham realizado em AC, assim como as conseguiam comunicar.

BREVE FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Toda a experiência de ensino realizada foi apoiada na resolução de tarefas contextualizadas, com vista à reinvenção guiada das várias noções centrais do tema da AC, seguindo uma perspetiva da Educação Matemática Realista. As aulas relativas a este tema do programa de Matemática em vigor (ME, 2001) foram lecionadas em ambiente exploratório de ensino-aprendizagem, dando especial atenção à discussão coletiva de estratégias de resolução e à sistematização de aprendizagens, durante a qual os alunos foram conseguindo reinventar as quatro operações combinatórias.

As tarefas contextualizadas

A escolha das tarefas, bem como o seu uso em sala de aula (ou fora dela) determinam, em larga escala, a natureza e a qualidade das aprendizagens matemáticas dos alunos (e.g., Ponte, 2005). Existem vários tipos de tarefas e todas elas apresentam vantagens e limitações para uma aprendizagem matemática com compreensão. No âmbito da experiência de ensino realizada, demos primazia ao uso de tarefas contextualizadas, isto é, tarefas que tiram partido da familiaridade dos contextos para os alunos e os estimulam a explicar as suas ideias e a argumentar as suas formas de pensar. As tarefas com estas características são mais motivadoras para os alunos e ajudam-nos a compreender como a Matemática ajuda a dar sentido ao mundo que os rodeia. Por outro lado, estas tarefas exigem que os alunos "imaginem as situações ou acontecimentos de modo a que possam fazer uso das suas experiências ou conhecimentos" (van den Heuvel-Panhuizen, 2005, p. 3) para as resolver. De facto, apesar de o termo *contexto* estar geralmente associado a situações reais do dia-a-dia, Freudenthal (1991) alerta para que o contexto de uma tarefa não se restringe ao mundo real, abrangendo também mundos fictícios e a matemática pura. Os contextos são reais desde que sejam realizáveis e concebíveis, na mente dos alunos (Gravemeijer, 2008).

No nosso trabalho, adotámos a classificação de tarefas de Ponte (2005), optando pelos problemas como tarefas contextualizadas de eleição. Os problemas, na aceção de Ponte, são tarefas fechadas, sobre as quais se conhece sem ambiguidade o ponto de partida (os dados, ou a informação fornecida) e o ponto de chegada (a pergunta a que se pretende dar resposta). Apresentando um nível de exigência cognitiva considerável (nível esse que, contudo, depende de quem resolve o problema e não exclusivamente do problema em si), os problemas deixam em aberto a estratégia de resolução, isto é, embora não haja ambiguidade no que é dado e no que é pedido, há espaço para vários caminhos para ir do ponto de partida para o ponto de chegada. Deste modo, na experiência de ensino realizada, prestámos especial atenção à elaboração de problemas contextualizados, tirando partido dos contextos que eram familiares aos alunos, sem, contudo, os limitarmos a situações que lhes eram próximas. Progressivamente, foram sendo propostas aos alunos tarefas cujos contextos se afastavam da sua realidade habitual, numa lógica da corrente da *Educação Matemática Realista* (Gravemeijer, 2008). Segundo esta perspetiva teórica, Marja van Heuvel-Panhuizen (2005) enfatiza que,

> em vez de se começar com certas abstrações ou definições para que sejam depois aplicadas, deve começar-se com contextos ricos que exijam organização matemática ou, por outras palavras, contextos que possam ser matematizados. Assim, enquanto os alunos trabalham em problemas contextualizados, podem desenvolver ferramentas matemáticas e compreensão [matemática]. (p. 2)

O ensino-aprendizagem exploratório

A experiência de ensino que está na base do estudo relatado neste texto decorreu num ambiente de ensino-aprendizagem exploratório. Este ambiente opõe-se a uma abordagem direta ao ensino, sobretudo pelos papéis desempenhados por alunos e professores, pelas tarefas que são

propostas aos alunos e pelo modo como são geridas pelos professores, e pelo tipo de comunicação que é estabelecida na da sala de aula (e.g. Ponte, 2005).

De acordo com Oliveira, Canavarro e Menezes (2013) um ambiente de ensino-aprendizagem exploratório é desenvolvido habitualmente em quatro fases, que descrevemos a seguir com base nas ações e intenções da professora ao longo da experiência de ensino realizada: 1) *introdução da tarefa* – a professora apresentava sempre as tarefas aos alunos, explicando-lhes o que se pretendia e promovendo um ambiente que os estimulasse a trabalhar, nomeadamente, permitindo que os alunos escolhessem os seus grupos de trabalho, que alterava ligeiramente de modo a que fossem heterogéneos, sobretudo em termos de desempenho na disciplina; 2) *realização da tarefa* – os alunos trabalhavam autonomamente nas tarefas propostas e a professora ia monitorizando esse trabalho, procurando aperceber-se das estratégias que eles estavam a adotar, colocando questões que os ajudasse a clarificar ideias ou a melhorar representações, por exemplo, e dando feedback sempre que tal se mostrava necessário, sem, contudo, diminuir o nível cognitivo da tarefa; 3) *discussão coletiva* dos resultados das tarefas – com na monitorização efetuada, a professora selecionava os grupos que iriam apresentar o seu trabalho, sequenciava essa apresentação de modo a que cada estratégia/resolução apresentada servisse de base para a estratégia/resolução seguinte (muitas vezes, eram escolhidas resoluções erradas para que o confronto com o erro, perspetivando o erro como um trampolim para aprendizagem, ajudasse os alunos a melhor o compreender e ultrapassar), colocando questões para envolver toda a turma na validação das respostas, e estabelecendo, assim, pontes entre as várias resoluções em discussão; e 4) *sistematização das aprendizagens* – a professora, em conjunto com os alunos, sumariava as principais ideias matemáticas que haviam estado em discussão, formalizando-as e registando-as. Por estes motivos, num ambiente de ensino-aprendizagem exploratório, o aluno é um construtor ativo das suas aprendizagens.

O diálogo construtivo foi sempre incentivado nas aulas, fosse entre os alunos, fosse em grande grupo, permitindo-lhes apresentar as suas dúvidas e expor/partilhar os raciocínios usados na resolução das tarefas propostas, tanto na forma escrita, como na forma oral. Esta prática em sala de aula procurou também promover o desenvolvimento da capacidade de comunicação matemática dos alunos, sobretudo no que diz respeito à clareza na exposição dos raciocínios e à necessidade de rigor matemático nessa exposição e no uso das representações matemáticas que a suportem. Um aspeto igualmente importante na atuação da professora prende-se com a valorização de todas as estratégias usadas, corretas ou não, completas ou não. A professora preocupou-se em desenvolver nos alunos uma atitude de respeito para com o trabalho de todos, estivesse ele matematicamente correto ou não, acreditando que também se aprende com os erros se eles forem encarados por todos, professora e alunos, como fenómenos naturais e úteis no percurso de aprendizagem.

OPÇÕES METODOLÓGICAS

O estudo do qual decorre a investigação relatada neste texto está ainda em curso, seguindo uma abordagem qualitativa, com design de experiência de ensino baseada em conjeturas (Confrey & Lachance, 2000; Steffe & Thompson, 2000). De um modo sucinto, estas experiências de ensino são estudos desenvolvidos por períodos de tempo relativamente longos, em contextos ricos e orientados por uma conjetura. São, portanto, intervenções ao nível da sala de aula que prestam particular atenção co currículo, aos métodos de ensino, ao papel do professor e aos métodos de avaliação. As conjeturas devem ter duas dimensões: 1) uma dimensão de conteúdo matemático que deve responder à questão "o que deve ser ensinado?"; e 2) uma dimensão pedagógica que deve responder à pergunta "como é que este conteúdo deve ser ensinar'" (Confrey & Lachance, p. 235). Neste texto, focamo-nos apenas num aspeto da experiência de ensino realizada como suporte do estudo mais amplo, detendo-nos nas respostas dos alunos a um desafio que lhes foi lançado alguns meses depois do trabalho em sala de aula sobre o tema da AC: elaborar uma produção multimédia em que fossem apresentadas situações distintas em que a AC fosse aplicada.

Desafio: Comunicar aprendizagens em Análise Combinatória

Optámos por desafiar os alunos a realizar uma produção multimédia por vários motivos. As novas gerações possuem diversas apetências no mundo da tecnologia, mundo esse que tipicamente

motiva os jovens e os leva a um maior empenho nas tarefas que recorrem (ou permitem recorrer) às tecnologias. Por essa razão, achámos que o desafio proposto aos alunos os entusiasmaria. De facto, o rápido desenvolvimento tecnológico a que assistimos hoje em dia gera novas formas de comunicar matemática e de promover essa comunicação. Os conceitos matemáticos podem, por exemplo, expressar-se por várias vias, entre elas as ferramentas digitais. Comunicar matemática através da simbiose entre a arte e as tecnologias digitais pode ser concretizado através de vídeos, teatros, atuações musicais, etc. Foi precisamente isto que foi proposto aos alunos. Curiosamente, apesar de o desafio proposto não ter sido explícito, a elaboração de produções multimédia envolveu os alunos numa atividade que lhes era pouco familiar: a formulação de problemas.

Nas aulas de AC, como referimos, os alunos resolveram e discutiram sobre diversos problemas, mas a formulação de problemas nunca lhes foi solicitada explicitamente. Porém,

> a par da resolução de problemas, a formulação de problemas é uma atividade de importância inquestionável, pois contribui não só para o aprofundamento dos conceitos matemáticos envolvidos, mas também para a compreensão dos processos suscitados pela sua resolução. (Boavida, Paiva, Cebola, Vale, & Pimentel, 2008, p. 27).

A formulação de problemas exige que os alunos exprimam ideias de forma clara e precisa, ajudando, assim, a desenvolver a sua comunicação matemática também. Neste texto, a formulação de problemas "é o processo, segundo o qual os alunos, com base na sua experiência matemática, constroem interpretações pessoais de situações específicas e formulam-nas como problemas matemáticos com significado" (Stoyanova, 1998, p. 165). Deste modo, a formulação de problemas demanda que os alunos criem situações problemáticas, partindo dos seus conhecimentos e experiências e recorrendo à sua linguagem. Existem várias estratégias de formulação de problemas. Brown e Walter (2005) sugerem a estratégia "Aceitando os dados" como um meio para criar problemas partindo de uma situação escolhida ou também ela criada. Por exemplo, os alunos podem basear-se numa fotografia, numa tabela, num boletim informativo, num cálculo, num texto, etc. e criar um problema sobre essa base sem a alterar. A estratégia "E se vem vez de?" parte de um problema já existente e relaciona-se com a modificação de um ou mais aspetos desse problema, tais como os dados fornecidos, o objetivo do problema, as restrições que possam existir à resposta, etc. Um aspeto importante a ter na atividade de formulação de problemas é que os alunos devem ser capazes de resolver os problemas que criam, e, também assim, a formulação de problemas contribui para desenvolver a capacidade de resolução de problemas dos alunos.

RECOLHA E ANÁLISE DOS DADOS

Quando o desafio foi proposto aos alunos, foi-lhes explicado que se tratava de uma atividade de participação voluntária. No entanto, apesar destes alunos frequentarem um ano de escolaridade que requer um esforço suplementar, dado serem submetidos a exames nacionais e já estarem preocupados com o acesso ao ensino superior, todos os sete grupos (que denominamos por A, B, C, D, E, F, G) aderiram ao desafio! As produções multimédia dos alunos constituem os dados recolhidos para a investigação relatada neste texto e que analisamos a seguir. Todos os elementos de áudio ou vídeo incluídos nas produções multimédia elaboradas foram transcritos na íntegra para posterior análise. Procurámos olhar para a diversidade de situações combinatórias apresentadas por cada grupo, e para a adequabilidade das situações escolhidas em face das operações combinatórias que lhes foram associadas pelos alunos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As situações combinatórias escolhidas

Todos os grupos incluíram, nas suas produções multimédia, situações distintas, inseridas em contextos que lhes eram familiares, tal como descrito na tabela 1. Durante as aulas de AC, os contextos próximos da realidade dos alunos foram sempre privilegiados, sobretudo no início do processo de reinvenção guiada das várias operações combinatórias.

O significado que os alunos encontraram em situações contextualizadas no seu dia-a-dia ou na sua experiência matemática ajudou-os a selecionar situações para dar resposta ao desafio

colocado. Uma vez escolhidas as situações, os alunos formularam problemas, com base nelas, recorrendo, de modo intuitivo, à estratégia "Aceitando os dados".

Remetendo-nos à figura 1, os quatro primeiros grupos gravaram em vídeo situações em que os próprios alunos interagiam entre si na ilustração das situações combinatórias escolhidas, dramatizando-as. Os restantes três elaboraram uma produção multimédia com imagens sucessivas (em jeito de apresentação em PowerPoint), apresentando problemas combinatórios diversos e as respetivas soluções.

Tabela 1. Situações combinatórias escolhidas pelos vários grupos.

Grupos	Situações combinatórias escolhidas
A	O grupo centrou a sua história em quatro amigos estão em casa e decidem ver um filme. Vão surgindo situações em que é necessário aplicar operações combinatórias, começando pelo número de maneiras diferentes com que se podem sentar no sofá.
B	O grupo encontra-se na escola e vai-se deparando com situações em que é necessário contabilizar todas as hipóteses possíveis, como por exemplo, comprar uma caneta, uma borracha e um lápis.
C	O grupo centrou a sua história numa personagem fictícia, o Gonçalo e nas suas aventuras, agora que é um caloiro da faculdade.
D	O grupo encontra-se na escola e vai-se deparando com situações em que é necessário contabilizar todas as hipóteses possíveis, como por exemplo, ordenar os três primeiros classificados do campeonato de futebol organizado na escola.
E	O grupo descreveu uma ida ao shopping de quatro amigas criando diversas situações onde aplicam as diferentes operações combinatórias.
F	O grupo recorre a exemplos distintos, tais como as eleições presidenciais ou a pirâmide dos alimentos.
G	O grupo descreveu um dia na escola e, a partir daí, criou várias questões cuja resolução envolve a aplicação das operações combinatórias.

Os problemas criados e as operações combinatórias a eles associadas

Com base nas situações escolhidas, todos os grupos criaram problemas combinatórios, mais ou menos complexos, mas todos contextualizados em aspetos próximos da vida dos alunos. A tabela 2 apresenta as operações combinatórias associadas aos problemas por eles criados. As permutações foram utilizadas por todos os grupos, ao que se seguiram os arranjos sem repetição e as combinações e, por último, os arranjos com repetição.

Tabela 2. Operações combinatórias usadas pelos sete grupos de alunos

Permutações	Arranjos sem repetição	Arranjos com repetição	Combinações
A, B, C, D, E, F, G	A, B, C, D, F	B, C, D, E	A, B, C, D, E, G

No caso das **permutações**, os problemas criados variaram muito em grau de complexidade. Enquanto alguns grupos criaram problemas muito simples, cuja resposta era *n!* (com *n* número natural), outros conseguiram apresentar situações mais complexas de permutações. O problema da tabela 2 é ilustrativo das situações mais simples escolhidas pelos alunos; no entanto, importa salientar a preocupação dos alunos em explicar os resultados parciais das contagens que efetuam, dando significado aos números que vão surgindo no contexto do problema por eles criado. O problema apresentado na figura 1 ilustra uma situação problemática mais complexa envolvendo permutações.

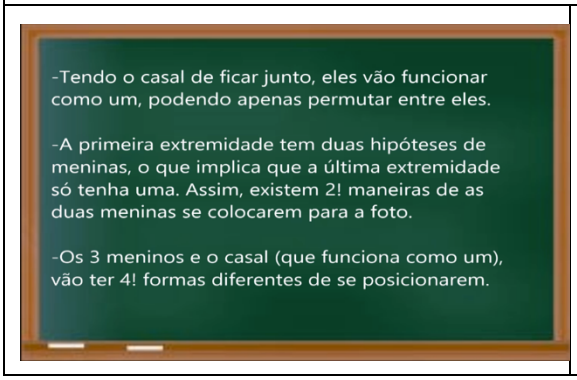
A Marta decidiu ir a um rodízio de Pizzas. *Tinha 15 pizzas à disposição. As pizzas vão chegando, uma de cada vez, numa ordem aleatória. De quantas ordens diferentes podem as pizzas chegar à mesa?*	**1ª vez - 15 hipóteses** **2ª vez - 14 hipóteses (já comeu uma das variedades de pizza)** **3ª vez - 13 hipóteses** **(...)** **14ª vez - 2 hipóteses (já comeu 13 pizzas)** **15ª vez - 1 hipótese (já comeu todas as restantes)** **15x14x13(...)x2x1=15!**

Figura 1. Problema simples recorrendo a permutações.

Apenas um grupo não apresentou nenhuma situação envolvendo **combinações**. Todos os outros grupos, ao apresentarem as situações escolhidas/criadas associadas às combinações sentiram a necessidade de explicar a razão de recorrer a esta operação combinatória e não a arranjos sem repetição. A confusão entre estas duas operações combinatórias é muito frequente nos alunos e, por esse motivo, a professora, durante as aulas de AC, no âmbito da experiência de ensino realizada, enfatizou sempre a distinção entre combinações e arranjos sem repetição.

Ao chegarem à escola os quatro amigos constataram que de facto hoje era um dia em que estavam especialmente bonitos e bem-parecidos e bora lá, tirar uma foto!!! Contudo, quando se trata de tirar fotos... Todo o mundo aparece!!!

Assim, ficamos 7: Três raparigas e quatro rapazes. Mas é certo e sabido que a Taninha e o Miguel têm de ficar juntos. Posto isto, qual é o número de fotografias possíveis para que o casal fique junto e, cada uma das extremidades fique ocupada por uma rapariga?



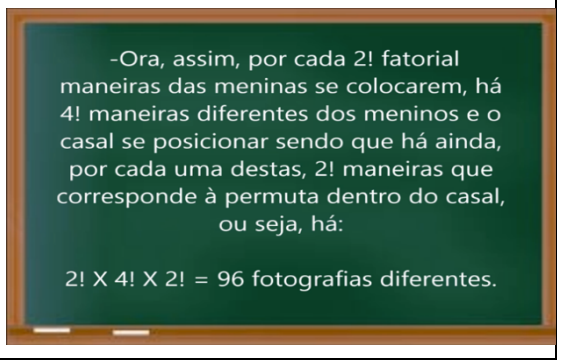


Figura 2. Problema mais complexo recorrendo a permutações.

Na figura 3, apresentamos um excerto da transcrição de uma produção multimédia elaborada em vídeo, em que os próprios autores viraram atores e dramatizaram a situação combinatória por eles selecionada.

Quatro amigos sentados no sofá.	**João:** $^4C_2$
Vieira: *Alguém tem fome ou sou só eu?*	**Restantes:** *?*
Adão: *Querem comer alguma coisa?*	**João:** *Sim.* $^4C_2$.
Zé: *Não me importava... Se pudesses trazer...*	**Adão:** *E porque é que não é arranjos?*
Adão: *Não. Alguém tem de vir comigo buscar.*	**João:** *A diferença das combinações com os arranjos é que: eu e tu e tu e eu é a mesma coisa.*
Restantes: *Ei!!! Não me apetecia nada.*	**Adão:** *Zé, então vens tu comigo.*
João: *Bem. Há 6 hipóteses possíveis.*	**Zé:** *E porque é que tenho de ser eu? Ele é que entende de matemática!!!*
Vieira: *Porquê 6?*	

Figura 3. Explicação da diferença entre combinações e arranjos sem repetição.

A decisão sobre se seria adequado considerar ou não a ordem para resolver a situação em causa estava sempre no cerne da distinção entre combinações e arranjos sem repetição. No excerto de outra dramatização elaborada pelos alunos (figura 7), está patente como diferenciam estas operações sempre recorrendo aos contextos das situações, dando sentido ao que estavam a fazer.

Foi sorteada uma viagem a três alunos da turma do Gonçalo. Eles queriam saber de quantas maneiras diferentes poderiam fazer para levarem os alunos à viagem. Sabendo que a turma do Gonçalo tem 36 alunos podiam utilizar os arranjos para chegar ao número pretendido: ${}^{36}A_3$. Mas aqui a ordem importa. Portanto, não podíamos fazer isto.

Figura 4. Relevância da distinção entre arranjos e combinações.

Todos os grupos que apresentaram situações envolvendo **arranjos sem repetições** explicaram o facto de, nessas situações em concreto, estarem perante uma sequência e, portanto, o mesmo conjunto ser contabilizado tantas vezes quantas o número de sequências que é possível constituir com os elementos que lhe pertencem. Por exemplo, o mesmo grupo que já tinha explicado a diferença entre combinações e arranjos sem repetição (figura 4), recorrendo agora a elementos contextuais da situação criada pelos alunos, explica com um exemplo porque os arranjos sem repetição eram a operação adequada à situação (figura 5).

Quatro amigos sentados no sofá. **Zé:** *E se por acaso dois de nós fossem buscar um pacote de batatas fritas e coca-cola?* **João:** *Aí já era diferente. Porque, por exemplo, eu e tu, se fosse eu buscar a coca-cola e tu as batatas fritas, era diferente de eu ir buscar as batatas fritas e tu a coca-cola. Nesse caso, daria ${}^{4}A_2$ que é 12.*

Figura 5. Explicação do sentido dos arranjos sem repetição.

Os alunos de outro grupo, cuja produção multimédia foi uma apresentação em PowerPoint, recorreram a sequências fotográficas (em que eles também são protagonistas!) e a legendas para explicarem a questão da ordem e da sua importância nas situações problemáticas criadas.

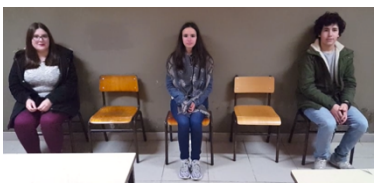
Temos aqui cinco cadeiras 	*Se estes três amigos trocarem de cadeiras*
formam uma sequência diferente. 	*e se trocarem entre si, também formam uma sequência diferente.*
Assim é possível formar ${}^{5}A_3$ sequências diferentes, ou seja, 60 sequências diferentes.	

Figura 6. Ilustração da importância da ordem para a contagem de sequências distintas.

Os **arranjos com repetição** foram a operação combinatória menos utilizada – apenas quatro grupos incluíram situações envolvendo esta operação combinatória nas suas produções

multimédia. Este facto não nos surpreendeu pois foi também esta a operação combinatória que mais dificuldades colocou aos alunos durante as aulas de AC.

<table>
<tr><td colspan="2">Quando chegou do passeio, o Gonçalo tinha algumas recordações para arrumar. Entre elas tinha alguns bonecos, umas medalhas e alguns troféus. A sua mãe, como já sabia que ele era muito desorganizado nas arrumações, deu-lhe quatro caixas para arrumar tudo.

Sabendo que tinha oito bonecos todos diferentes, quatro medalhas e dois trofeus, de quantas maneiras diferentes é que o Gonçalo pode arrumar tudo nas quatro caixas, sabendo que algumas podem ficar vazias?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ao todo, ele tem 14 recordações e tem quatro caixas para meter cada uma delas. A primeira recordação tem 4 hipóteses, a segunda recordação tem mais 4 hipóteses, assim sucessivamente até à décima quarta recordação, ou seja, o Gonçalo, para arrumar todas as suas recordações tem 4^{14} maneiras diferentes.</td></tr>
<tr><td>Era uma vez, quatro amigas, a Paula, a Maria, a Marisa e a Jéssica. Certo dia, resolveram ir ao shopping. Sabendo que estas pretendem comprar roupa e que as suas lojas de eleição são: Bershka, Stradivarius, Zara, Pull&Bear, Tiffosi, Mango e New Yorker, de quantas maneiras as amigas se pode[m] distribuir pelas lojas?</td><td>Resolução:
Existem 7 lojas distintas sob as quais as 4 amigas se podem distribuir. Cada uma das amigas tem 7 hipóteses para a primeira loja e assim sucessivamente. Assim, existem <u>7x7x7x7= 7^4</u> maneiras de elas se distribuírem pelas lojas.

R: <u>7^4= 2401</u> maneiras.</td></tr>
</table>

Figura 7. Exemplos de situações problemáticas envolvendo arranjos sem repetição.

De facto, era particularmente difícil aos alunos identificar situações de arranjos com repetição e, mesmo quando as identificavam corretamente, cometiam, com frequência, erros na aplicação da respetiva fórmula. Porém, como resposta ao desafio lançado alguns meses após a lecionação das aulas de AC, surgiram alguns problemas interessantes e em contextos distintos (sempre familiares aos alunos), como ilustrado na figura 7.

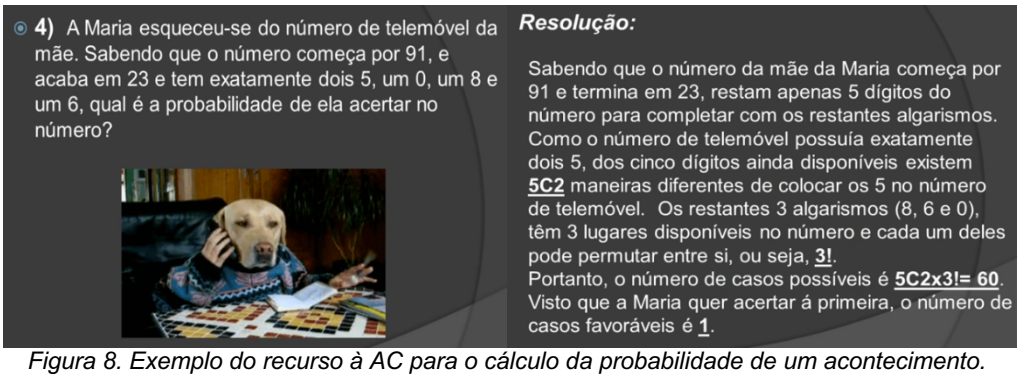


Figura 8. Exemplo do recurso à AC para o cálculo da probabilidade de um acontecimento.

Houve uma variabilidade considerável no grau de complexidade dos problemas das produções multimédia dos alunos, mas as resoluções dos problemas envolveram, na sua maioria, apenas a aplicação direta das operações combinatórias. Mas houve também situações problemáticas apresentadas pelos alunos cuja resolução envolvia o cálculo de probabilidades (grupos E e F) ou a aplicação de múltiplas operações combinatórias (grupos C e F).

Para resolver o problema apresentado na figura 11, os alunos determinaram a probabilidade de um acontecimento recorrendo à AC para o cálculo do número de casos possíveis. A resolução do problema apresentado na figura 12 envolveu a aplicação de mais do que uma operação combinatória.

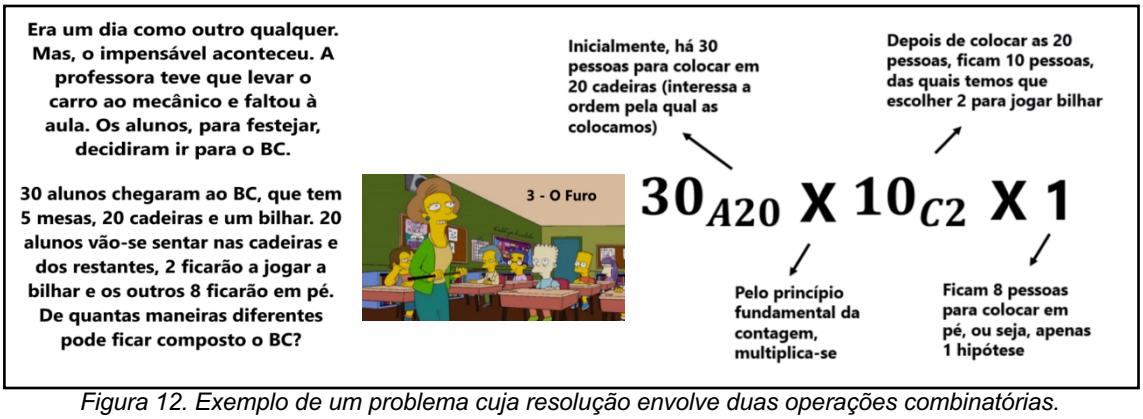


Figura 12. Exemplo de um problema cuja resolução envolve duas operações combinatórias.

EM JEITO DE CONCLUSÃO…

O desafio que foi colocado aos alunos deu-lhes uma oportunidade para revisitar e aprofundar conceitos anteriormente aprendidos, comunicando de modo espontâneo a forma como percecionam a AC nas suas vidas. Os alunos foram capazes de formular problemas mais ou menos complexos e em contextos diversos, mas que lhes eram familiares, utilizando, de forma intuitiva, a estratégia de formulação de problemas "Aceitando os dados". Conseguiram, quase todos, associar corretamente as várias operações combinatórias às situações criadas, demonstrando que são capazes de as distinguir. Mostraram também reconhecer essas situações como presentes no seu dia-a-dia, percebendo as operações combinatórias como úteis para resolver problemas do quotidiano. No entanto, o facto de alguns grupos de alunos não terem apresentado situações para algumas operações combinatórias sugere que a compreensão de todas as operações combinatórias não foi conseguida de modo global, sobretudo relativamente aos arranjos com repetição.

Ficou evidente a intenção dos alunos em comunicar de modo claro as resoluções dos problemas criados aos eventuais espectadores das suas produções multimédia. Preocuparam-se em explicar a utilização da operação combinatória envolvida em cada situação apresentada, dando-lhe significado no contexto escolhido, e até mesmo em explicar algumas operações aritméticas, na procura de um sentido para o que estavam a comunicar. Apesar de terem passado alguns meses após o trabalho no tema, mostraram valorizar a explicação das abordagens usadas na resolução de problemas combinatórios, através de esquemas e diagramas, tal como foram incentivados a fazer nas aulas.

O trabalho dos alunos no desafio que lhes foi colocado constitui-se numa experiência globalmente positiva; porém, numa próxima oportunidade para repetir este desafio, pensamos ser importante definir um intervalo de tempo para a duração das produções dos alunos, pois houve bastante disparidade neste aspeto (as produções variaram entre os 2:37 e os 18:51 minutos). Desafios como este podem constituir-se também como oportunidades para envolver as famílias e a comunidade mais alargada, bem como para divulgar, junto dessa comunidade escolar, aquilo que os alunos aprenderam nas aulas de Matemática, bem como para mostrar, a essa mesma comunidade, o papel e valor da Matemática na vida de todos os dias. Em suma, esta experiência com alunos do 12.º ano desafiou-os a comunicar ideias e aprendizagens, mas também os levou a alargar essas aprendizagens, pelo que, na nossa opinião, dá azo a que oportunidades de aprendizagem semelhantes devam ser proporcionadas, sem o (compreensível) receio de fazer coisas diferentes, de desafiar as capacidades dos alunos num ano de pressões externas e de muitas decisões.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente apoiado pelo CMUP (referência UID/MAT/00144/2019), financiado pela FCT através de fundos nacionais (MCTES) e fundos estruturais europeus, via FEDER, sob o acordo de cooperação PT2020.

REFERÊNCIAS

Batanero, C., Navarro-Pelayo, V., & Godino, J. (1997). Effect of the implicit combinatorial model on combinatorial reasoning in secondary school pupils. *Educational Studies in Mathematics, 32*(2), 181-199.

Boavida, A.M., Paiva, A. L., Cebola, G., Vale, I., & Pimentel, T. (2008). *A experiência matemática no ensino básico*. Lisboa: DGIDC.

Brown, S., & Walter, M. (2005). *The art of problem posing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.

Confrey, J., & Lachance, A. (2000). Transformative teaching experiments through conjecture-driven design research. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 231-266). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.

Eizenberg, M.M., & Zaslavsky, O. (2004). Students' verification strategies for combinatorial problems. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal, 6*(1), 15-36.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures.* Dordrecht: Springer.

Gravemeijer, L. (2008). RME theory and mathematics teacher education. In T. Dirosh & T. Wood (Eds.), *International handbook of mathematics teacher education: Tools and processes in mathematics teacher education* (pp. 283-302). Rotterdam: Sense Publishers.

Lockwood, E. (2013). A model of students' combinatorial thinking. *The Journal of Mathematical Behavior, 32*(2), 251-265.

Ministério da Educação (ME) (2001). *Programa de Matemática A – 10.º ano*. Lisboa: ME-DES.

ME (2002). *Programa de Matemática A – 12.º ano*. Lisboa: ME-DES.

ME (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: ME.

ME (2018). *Aprendizagens essenciais de Matemática A*. Lisboa: ME.

NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Oliveira, H., Menezes, L., & Canavarro, A. P. (2013). Conceptualizando o ensino exploratório da Matemática: Contributos da prática de uma professora do 3.º ciclo para a elaboração de um quadro de referência. *Quadrante, 12*(2), 29-53.

Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.

Steffe, L., & Thompson, P. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 267-306). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.

Stoyanova, E. (1998). Problem posing in mathematics classrooms. In A. McIntosh & N. Ellerton (Eds.), *Research in mathematics education: A contemporary perspective* (pp. 164-185). Edith Cowan University: MASTEC.

van den Heuvel-Panhuizen, M. (2005). The role of contexts in assessment problems in mathematics. *For the Learning of Mathematics, 25*(2), 2-9.

CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE HIDROCARBONETOS: PETRÓLEO NO PRÉ-SAL ATRAVÉS DA ABORDAGEM EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Luciane de Souza Dias[1], Maria Bernadete de Melo Cunha[1], Isadora Melo Gonzalez[2]

[1]Universidade Federal da Bahia/Instituto de Química (BRASIL)
[2]Universidade Federal da Bahia/Faculdade de Educação (BRASIL)
lucianedesouzadias@hotmail.com

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a contribuição de uma sequência didática para a formação do estudante-cidadão em relação ao tema Petróleo no Pré-sal, relacionando-o com aspectos científicos, tecnológicos, sociais e com o conteúdo hidrocarbonetos. De caráter qualitativo, a investigação envolveu a obtenção de dados descritivos, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da pesquisa, que foram 40 estudantes do 3º ano do ensino médio, de uma escola pública localizada na cidade de Salvador-Bahia, Brasil.

No levantamento de concepções prévias sobre o tema petróleo, suas características e composição química, processo de obtenção de derivados através de destilação fracionada, existência da camada do pré-sal e sua importância para o Brasil, verificamos que a maioria dos estudantes apresentou um precário conhecimento de aspectos relacionados ao tema.

Em outras atividades, destacamos: características do petróleo encontrado na região do pré-sal; tecnologias desenvolvidas para sua extração; impactos da atividade de exploração do petróleo na sociedade e meio ambiente; a importância da produção de petróleo para a economia do Brasil. Tomando-se como exemplo a gasolina, foram contextualizados os hidrocarbonetos, suas estruturas químicas, propriedades e a qualidade do combustível utilizado nos veículos.

O uso de estratégias diferenciadas, como atividades em grupos para a elaboração de mapas conceituais, proporcionou aos estudantes, a organização e associação dos conhecimentos adquiridos sobre o pré-sal. O experimento demonstrativo sobre a determinação do teor de álcool presente na gasolina contextualizou a utilização dos hidrocarbonetos e promoveu a discussão sobre a problemática da adulteração da gasolina nos postos de combustíveis.

Consideramos que a sequência didática com enfoque CTS possibilitou aos estudantes: esclarecimento de ações que envolvem a formação, extração e refino do petróleo; tecnologias desenvolvidas, impactos ambientais e a importância da produção de petróleo na economia do Brasil. Demonstrou a importância de relacionar os conteúdos da ciência no contexto da sua base tecnológica e social, possibilitando a formação de conhecimentos, preparando-os para o exercício da cidadania (Santos & Schnetzler, 2000).

Portanto, esta proposta de ensino pode contribuir para os professores contextualizarem conteúdos da química orgânica, como hidrocarbonetos, de maneira mais acessível aos estudantes, já que o tema é relevante e atual. Sendo replicada, pode gerar a compreensão de conteúdos químicos inerentes à realidade dos estudantes e o desenvolvimento de competências, atitudes e valores, formando o cidadão crítico e atuante na sociedade.

Palavras-chave: abordagem CTS; petróleo; pré-sal; hidrocarbonetos.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi realizado em uma turma do 3ª ano do ensino médio regular, de uma escola pública localizada em Salvador-Bahia, Brasil, como Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura de Química de uma das autoras (Dias, 2018), tendo como objetivo geral de pesquisa analisar a contribuição de uma sequência didática para a formação do estudante-cidadão em relação ao tema Petróleo no Pré-sal, relacionando-o com aspectos científicos, tecnológicos, sociais e com o conteúdo hidrocarbonetos. A professora de Química do colégio aceitou a

aplicação desse trabalho por meio de uma ação conjunta, ou seja, em aulas intercaladas, onde a professora regente da disciplina utilizaria uma aula para trabalhar o conteúdo, deixando à disposição da pesquisadora a aula seguinte para desenvolver o tema associado ao conteúdo.

Com o propósito de tornar esse processo de coparticipação eficiente, foi posto em prática uma sequência didática para inserir nas aulas de química aspectos científicos, tecnológicos e sociais, através do tema petróleo no pré-sal, promovendo um ensino contextualizado da função orgânica hidrocarbonetos e contribuindo com a formação dos estudantes em cidadãos responsáveis, com pensamento crítico, reflexivo e preparados para tomarem decisões na vida em sociedade.

A exploração do petróleo no pré-sal, é um assunto constantemente discutido na mídia por causa de sua forte influência na economia e também devido aos sérios impactos ambientais em virtude do modo de extração. Por isso, considerando a importância desse material tão rico que move a economia dos países bem como os problemas que ele pode ocasionar, torna-se muito importante abordá-lo de forma esclarecedora e instigante nas aulas de química do ensino médio, associado ao enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

De acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009) o ensino por meio da abordagem CTS, corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas.

O enfoque na relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), apresenta três modalidades que podem ser utilizadas para a elaboração de estratégias de ensino: CTS puro (ensina-se ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS), enxertos CTS (introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências) e Ciência e tecnologia por meio de CTS (estrutura-se o conteúdo científico por meio do CTS) sendo que em todas elas o professor é o grande articulador dos saberes, aquele que possibilita o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos devem buscar soluções para problemas envolvendo Ciência e Tecnologia (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2009).

Segundo Strieder (2012), a educação CTS pode ser caracterizada a partir de três parâmetros que representam interfaces entre Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, pensadas no contexto do Ensino de Ciências. São eles: (I) Racionalidade Científica, ainda que diretamente relacionada à ciência, não se reduz a ela, pois permite que sejam feitas considerações sobre as implicações do modelo de ciência, dito “racional”, às culturas; (II) Desenvolvimento tecnológico, nesse caso, a crítica também não recai à tecnologia, mas ao modelo de desenvolvimento, que vem associado ao modelo de ciência e de sociedade; e (III) Participação Social, na qual se discute as diferentes possibilidades de participação da sociedade nesse mundo “científico e tecnológico”, ou “racional e desenvolvimentista”.

Sendo assim, Abreu (2016) afirma que esse enfoque pode oportunizar a participação dos estudantes de maneira crítica, reflexiva e consciente em sua atuação na realidade, além de possibilitar, soluções ao analisar situações problemas levantadas na condução de conteúdos oferecidos ao estudante.

As propostas voltadas para o enfoque CTS identificam três objetivos gerais: (1) aquisição de conhecimentos, (2) utilização de habilidades e (3) desenvolvimento de valores (Bybee, 1987). Dentre os conhecimentos e as habilidades a serem desenvolvidos, Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988) incluem: a autoestima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais.

Entendemos que, ao ensinar os conteúdos de Química na vertente CTS, espera-se uma construção conceitual correlacionada com aspectos do âmbito político, econômico, tecnológico, social e ambiental. Consideramos que o estudo dos conteúdos científico e tecnológico não devem ser aprendidos como um fim em si mesmo, mas como parte de um processo que leva a uma formação que pode tornar os alunos capazes de agir como cidadãos na vida em sociedade. Para isso, é necessário que o ensino ocorra dentro de um contexto e que este não seja usado, apenas, como uma forma de ilustrar o conhecimento químico, mas que envolvam questões sociais, tecnológicas e ambientais, relacionadas ao conhecimento científico, possibilitando o exercício consciente da cidadania.

A seguir, neste artigo, apresentamos a metodologia, em que são expostos os meios para obtenção e análise dos dados, e os resultados alcançados em cada momento da aplicação da sequência didática, que mobilizou conhecimentos científicos, sociais, econômicos, políticos, tecnológicos e ambientais. Por último, descrevemos os dados obtidos com a prática pedagógica, onde afirmamos que o enfoque CTS oportunizou um ensino de química crítico e participativo possibilitando aos educandos a compreensão de aspectos da química orgânica, além de uma reflexão acerca do cotidiano em que vivem e do seu papel enquanto cidadãos.

METODOLOGIA

Este trabalho é baseado na abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois a preocupação não é com a representatividade numérica a ser analisada e sim no aprofundamento da compreensão de um grupo social. A pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo (Godoy, 1995 cit. por Câmara, 2013, p.181-182).

Com a finalidade de atender as características da pesquisa qualitativa, houve a elaboração de uma sequência didática para 40 estudantes do 3º ano do ensino médio, de uma escola pública localizada na cidade de Salvador-Bahia, Brasil. Essa proposta pedagógica apresentou uma estratégia didática para o ensino do conteúdo científico hidrocarbonetos, por meio da abordagem do tema petróleo no pré-sal, fundamentada na perspectiva da relação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), envolvendo as seguintes questões de pesquisa:

- O que os estudantes compreendem sobre o petróleo, sua composição, exploração na camada do pré-sal e a importância econômica dessa camada para o Brasil?
- Que atitudes os estudantes poderiam apresentar em relação ao uso do petróleo como combustível extraído da camada do pré-sal e suas implicações ambientais e sociais?

Desse modo, os conceitos referentes a função orgânica hidrocarbonetos foram articulados com o enfoque CTS, através das seguintes etapas: A história do petróleo no Brasil; Abordagem das características do petróleo encontrado na região do pré-sal e das tecnologias desenvolvidas para sua extração; Impactos da atividade de exploração do petróleo na sociedade e no meio ambiente; Importância da produção e refino do petróleo para a economia do Brasil; Aplicação de um experimento sobre a gasolina, discutindo suas propriedades e a qualidade do combustível utilizado nos veículos.

A aplicação dessa sequência didática foi através de uma ação conjunta com a professora de Química do colégio, funcionando da seguinte forma: uma aula de conteúdo trabalhado pela professora regente da disciplina e a outra aula destinada ao tema associado ao conteúdo trabalhado pela pesquisadora. A esse processo denominamos de coparticipação semelhante ao que Pimenta e Lima (2017), consideram para o estágio curricular.

As atividades de ensino da sequência didática serviram como coleta de dados, que foram submetidos à técnica de análise de conteúdo. De acordo com Bardin (2016), a ação desse método prevê três fases fundamentais. A primeira fase, a pré-análise, pode ser identificada como uma fase de organização dos dados obtidos. Na segunda fase, ou fase de exploração do material, são escolhidas as unidades de codificação, classificação e categorização. Por fim, a terceira fase, denominada tratamento dos resultados, faz-se a inferência e interpretação dos dados organizados, onde o pesquisador procura torná-los significativos e válidos.

RESULTADOS

Levantamento de Concepções Prévias

Nessa etapa, os estudantes responderam a quatro questões abertas sobre o tema petróleo na camada pré-sal. O questionário foi aplicado com a finalidade de fazer um levantamento dos conhecimentos que os estudantes possuíam sobre o tema e por meio dessa análise construir o

material a ser trabalhado em cada aula, como por exemplo, a confecção de slides, seleção de vídeos e textos para, dessa forma, ampliar as concepções dos estudantes.

Com relação à primeira pergunta do questionário foi verificada a visão que os estudantes possuíam ao definir o petróleo e se conseguiram pensar nas características e composição química do petróleo. A análise dessa questão é apresentada na tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Análise da primeira questão do questionário de concepções prévias.

Categoria	**Número de estudantes**
Definiram como substância química	Oito
Definiram como uma mistura de compostos orgânicos	Dois
Definiram por meio das propriedades físicas	Seis
Definiram como um recurso não-renovável	Quatorze

Diante desses resultados, é notável que alguns educandos possuem informações equivocadas sobre o petróleo, como apresentado na primeira categoria, na qual fazem parte oito estudantes que caracterizam o petróleo como substância química. Nesse caso, pode-se concluir que os estudantes confundem os conceitos de substância e mistura, mais precisamente, substância composta e mistura.

Entre os participantes desse momento, apenas dois estudantes mostraram que sabiam diferenciar uma substância de uma mistura, pois em suas respostas houve uma noção coerente a respeito da composição do petróleo, sendo uma mistura de compostos orgânicos.

Ainda sobre a primeira questão, mais uma categoria foi constatada entre as respostas dos estudantes, dessa vez, relacionada com as propriedades físicas do petróleo. Neste caso, seis estudantes demonstraram conhecer as propriedades físicas do petróleo, citando, por exemplo, cor, estado físico, viscosidade e inflamabilidade.

Na última categoria, quatorze estudantes reconhecem o petróleo como um material extraído da natureza, não-renovável e útil ao ser humano, isto quer dizer que o petróleo é importante para o desenvolvimento da sociedade.

A segunda questão, por sua vez, teve a finalidade de investigar o conhecimento dos alunos a respeito dos derivados do petróleo obtidos pelo processo de destilação fracionada. A Tab. 2 a seguir traz os resultados.

Tabela 2. Análise da segunda questão do questionário de concepções prévias.

Categoria	**Número de estudantes**
Citaram os derivados do petróleo	Vinte e cinco
Citaram os produtos obtidos através dos derivados	Cinco

Através dos resultados exibidos na Tab. 2, pode-se observar que a grande maioria conhecia os derivados obtidos diretamente do processo de refino do petróleo. A gasolina foi o exemplo mais citado e isso pode ser explicado pela ênfase dada a este produto nos livros didáticos, bem como a sua relação com o cotidiano dos estudantes.

Já a terceira questão teve a intenção de investigar as informações que os estudantes possuíam sobre a camada pré-sal e a Tab. 3 abaixo, evidencia a categoria identificada, através das respostas dos educandos. Para melhor compreensão, é fundamental conhecer o significado do termo pré-sal: refere-se a um conjunto de rochas localizadas nas porções marinhas de grande parte do litoral brasileiro, com potencial para a geração e acúmulo de petróleo (Petrobrás, 2018). No Brasil, o conjunto de campos petrolíferos do pré-sal situa-se a cerca de 1000 a 2000m da lâmina d'água e entre 4000 a 6000m do subsolo, estendendo-se por cerca de 800Km, ao longo

do litoral. Estima-se que se tenha 80 bilhões de barris de petróleo e gás, o que deixaria o Brasil na posição de sexto maior detentor de reservas no mundo.

Tabela 3. Análise da terceira questão do questionário de concepções prévias.

Categoria	**Número de estudantes**
Localização e Constituição	Vinte e dois

Os resultados da terceira questão mostraram que vinte e dois estudantes relacionaram o pré-sal apenas com a sua localização e também se referem a uma camada constituída somente por petróleo. Essas concepções não são erradas, mas incompletas, pois chama-se de pré-sal uma formação de inúmeras camadas rochosas, onde entre elas se encontra o petróleo e que se estende por baixo de uma profunda camada de sal.

O tema pré-sal é interdisciplinar e bastante apresentado pelos meios de comunicação, nos quais a localização e a exploração do pré-sal já foram divulgados diversas vezes e, por isso, era esperado que os estudantes soubessem um pouco mais sobre o assunto, pois foram encontradas sete respostas incoerentes, nas quais, um deles afirma que o pré-sal ainda não foi explorado e outro diz que é uma camada de onde se extrai o sal. Logo, não há possibilidade dessas respostas serem apresentadas na categoria descrita na tabela anterior e, diante disso, ficou constatado a necessidade de um aprofundamento sobre o tema petróleo na camada pré-sal.

Na quarta questão de concepções prévias, o principal objetivo foi verificar se os estudantes reconheciam o porquê do pré-sal ser tão abordado pela mídia e sua importância para o Brasil. As respostas são apresentadas na Tab. 4 a seguir.

Tabela 4. Análise da quarta questão do questionário de concepções prévias.

Categoria	**Número de estudantes**
Fonte rica em petróleo e ampla utilização do petróleo	Sete
Economia	Dezesseis

A primeira categoria encontrada nessa quarta questão, através da análise das respostas dos estudantes, indica que o pré-sal é destaque na mídia e importante para o Brasil por ser uma reserva com grande potencial para gerar e acumular o petróleo e por este possuir diversas finalidades.

Assim, sete estudantes demonstraram em suas opiniões que o pré-sal é uma grande reserva de petróleo encontrada em águas profundas, abaixo de uma extensa camada de sal, além de ser uma região difícil de ser explorada. Ainda, outras respostas, apontaram o fato do petróleo presente na camada pré-sal ser de alta qualidade, fonte de matéria prima para a produção de muitos combustíveis e entre outros produtos de alto valor comercial.

De acordo com a segunda categoria apresentada na Tab. 4 acima, dezesseis estudantes confirmaram que a exploração das reservas petrolíferas pode impulsionar a economia do país, favorecendo na qualidade de serviços essenciais prestados a sociedade.

Por fim, entre as opiniões analisadas, algumas levaram a entender que o pré-sal é um tema muito discutido na mídia, pois proporciona o desenvolvimento do Brasil através da produção de novas tecnologias para a extração do pré-sal que, por sua vez, geram oportunidades de emprego.

Pré-sal: Exploração e Produção de Petróleo

A segunda etapa da sequência didática teve como objetivo apresentar algumas considerações importantes sobre o tema petróleo na camada pré-sal, como por exemplo, as características do petróleo encontrado na região do pré-sal, tecnologias desenvolvidas para a extração do petróleo

no pré-sal, os impactos dessa atividade de exploração do petróleo na sociedade e no meio ambiente, inclusive a importância da produção de petróleo para a economia do Brasil.

Inicialmente os estudantes utilizaram o livro didático para a leitura e discussão de um texto sobre a história do petróleo no Brasil, tais como os primeiros poços de petróleo perfurados até o pré-sal e também por mostrar a importância do petróleo na sociedade e no mundo.

Após essa discussão, foram trabalhados a definição de pré-sal, como se formou, a diferença entre pós-sal e pré-sal, além das características do petróleo encontrado nessas camadas, destacando a principal composição química do petróleo, os hidrocarbonetos.

Por meio de um vídeo, os estudantes visualizaram as tecnologias desenvolvidas para a extração do petróleo no fundo do mar, proporcionando uma abordagem a respeito dos impactos ambientais causados pela exploração do petróleo em regiões marítimas e como isso afeta a sociedade.

Para tratar sobre a importância da produção de petróleo para a economia do Brasil, houve a exposição de dados relacionados a produção de petróleo no pré-sal e também dos investimentos realizados com os lucros obtidos através da exploração das reservas petrolíferas em serviços fundamentais a sociedade, tais como saúde e educação.

A proposta seguinte foi a construção de um mapa conceitual, com o objetivo de organizar os conhecimentos adquiridos em relação a camada pré-sal, ressaltando a origem, localização, o que é extraído do pré-sal, tecnologias desenvolvidas para a exploração do petróleo no mar, apontando também o que essa exploração pode proporcionar para a sociedade e ocasionar no meio ambiente, podendo, dessa forma, expressarem suas ideias e tomada de posição. A seguir temos os resultados e comentários acerca da confecção de alguns mapas conceituais:

No primeiro mapa conceitual, Fig.1, foi possível observar que o grupo 1 compreende que o pré-sal fica localizado no fundo do mar, onde é retirado o petróleo, sendo as plataformas marítimas as tecnologias desenvolvidas para a atividade de exploração desse recurso. Outros conhecimentos, apontados pelo grupo, são referentes a origem do pré-sal por meio das bacias sedimentares e, também, que este recurso é importante para o crescimento econômico, mas sua exploração pode ocasionar grandes impactos ambientais.

A equipe descreve as ideias em caixas que estão conectadas com setas ao tema central e são rotuladas com palavras de ligação que contribuem ainda mais para explicar as conexões entre os conceitos e o tema pré-sal.

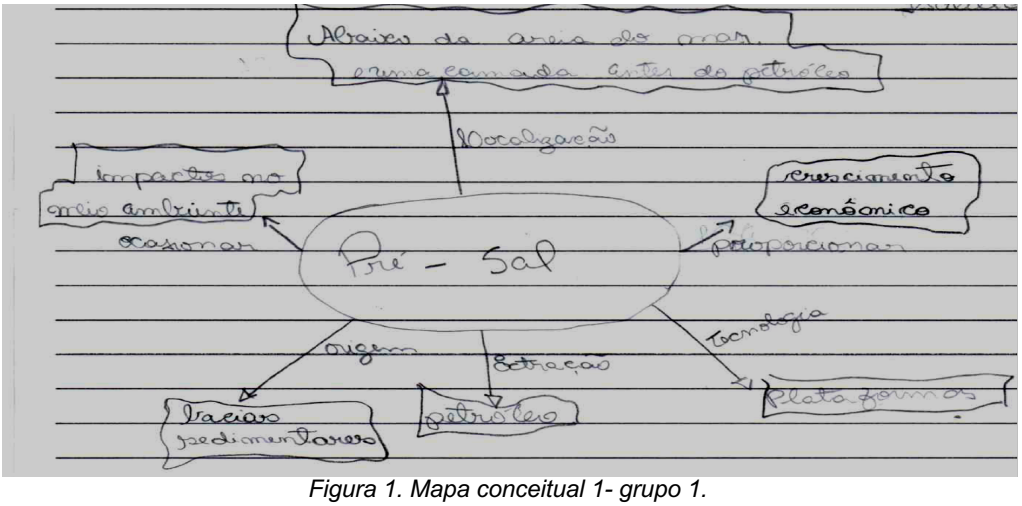


Figura 1. Mapa conceitual 1- grupo 1.

O mapa conceitual seguinte, elaborado pelo grupo 2, Fig. 2, também apresenta uma estrutura gráfica coerente com as ideias descritas em círculos e interligadas por setas, mas neste caso os estudantes tentaram promover uma relação entre os assuntos referentes ao pré-sal abordados em sala de aula.

Na representação gráfica, a característica destacada anteriormente, pode ser visualizada quando descrevem que do pré-sal é extraído o petróleo e logo após, associam isso com a forma

de extração, através da perfuração do solo, tendo em vista que fazem referência ao solo marítimo.

Para ser um mapa conceitual ainda mais eficiente, poderiam ainda relacionar o método de extração que citaram com a tecnologia e também com o que proporciona a sociedade, além dos impactos que causam ao meio ambiente. Nota-se que esse último aspecto não aparece no mapa conceitual dos estudantes.

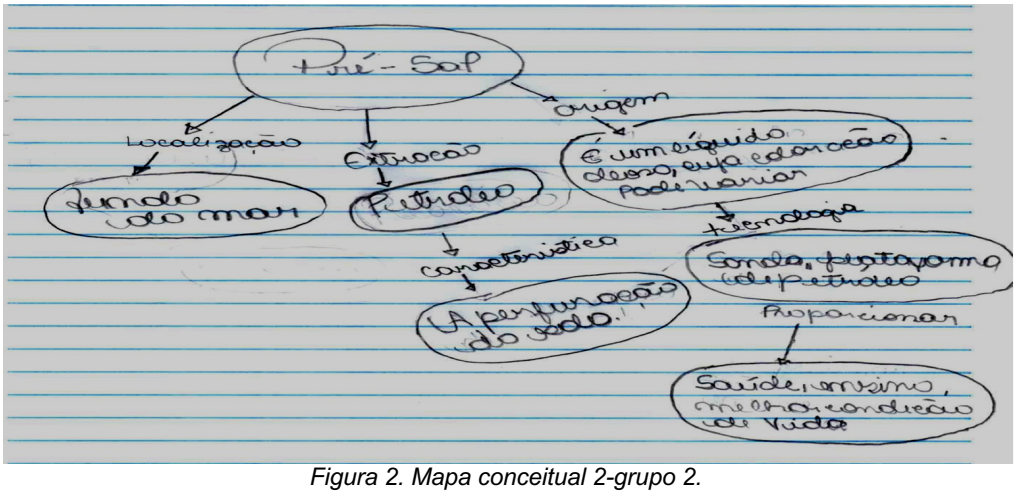


Figura 2. Mapa conceitual 2-grupo 2.

O último trabalho exibido abaixo, Fig. 3, foi produzido pelo grupo 3, que apresentou um mapa conceitual com algumas falhas em sua estrutura. Os estudantes utilizaram os elementos como a seta e o tema principal centralizado, mas por faltar as palavras de ligação nas setas, não é possível entender como o tema se relaciona ou se conecta com as informações descritas.

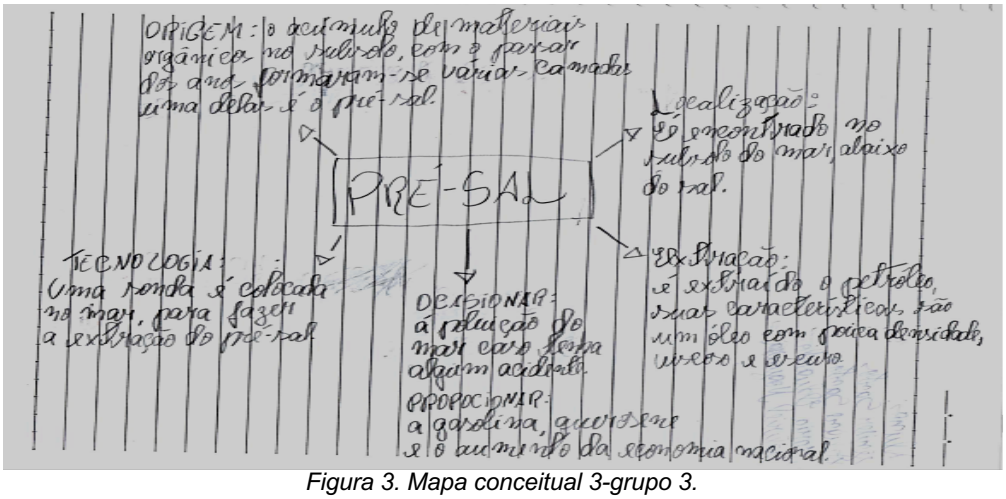


Figura 3. Mapa conceitual 3-grupo 3.

O mapa conceitual realizado pelo grupo 3, contém bastante informações sobre o tema pré-sal. De acordo com essa análise, foi possível perceber que algumas delas foram informações apontadas apenas por esse grupo, sendo as características do petróleo retirados da região do pré-sal e que esse recurso proporciona o petróleo de maior qualidade, que impulsiona a economia nacional e de onde são obtidos os principais derivados como a gasolina e o querosene.

Essa atividade promoveu a interação entre os estudantes, pois para a elaboração do mapa conceitual foi fundamental que os grupos chegassem a uma concordância sobre uma estrutura gráfica que pudesse representar a forma de organização do conhecimento de todos os membros da equipe. Isso justifica a utilidade dos mapas conceituais no ambiente escolar, pois auxilia na compreensão de conceitos, organização e integração do conteúdo.

Petróleo: Do Mar à Refinaria

A quarta etapa da sequência didática teve como principais objetivos, abordar a técnica de destilação fracionada, responsável pela separação dos derivados do petróleo, discutir brevemente que essas frações provenientes do petróleo são fontes de matéria-prima para a preparação de novos produtos e por fim, trabalhar uma aplicação dos hidrocarbonetos, sendo a gasolina escolhida para esse contexto.

Com relação ao refino, foi ressaltada a técnica da destilação fracionada, utilizada para separar cada um dos componentes do petróleo e, através de um vídeo, os estudantes observaram que esse processo acontece dentro de uma torre de destilação; além disso, analisaram também as características desse equipamento, onde a maioria aponta as diferenças de temperatura, ou seja, à medida que a altura da torre aumenta, a temperatura diminui. Nesse momento foram acrescentadas algumas explicações sobre como ocorre o refino do petróleo na torre de destilação, demonstrando a aplicação de um conhecimento tecnológico relacionado à obtenção dos diversos derivados do petróleo.

Muitos estudantes acreditavam que o petróleo era diretamente utilizado para a produção de plásticos, cosméticos, tintas, produtos de limpeza, medicamentos, tecidos, entre outros. Por meio do vídeo, foi possível esclarecer que o petróleo pode ser usado como fonte de matéria-prima na fabricação desses produtos, mas, para isso, é necessário primeiro passar pelo refino, onde são separados seus componentes e estes é que são empregados na preparação de novos produtos.

Foi resaltada a gasolina, pois é o derivado do petróleo mais conhecido entre os estudantes e muito utilizado como combustível na maioria dos veículos, além de possuir importância econômica para as indústrias petroleiras.

Primeiro, houve a necessidade de mostrar aos estudantes a estrutura química da gasolina e relacioná-la com sua principal propriedade, a octanagem, apresentando na aula como o índice de octanagem influencia na qualidade da gasolina e no funcionamento dos motores de explosão interna.

Nesse momento da aula foi proposta uma abordagem sobre a forma de reconhecer se a gasolina está ou não adulterada. A Tab. 5 a seguir, destaca o posicionamento dos estudantes como consumidores ao identificar que estão adquirindo um produto de péssima qualidade.

Tabela 5. Opinião dos estudantes como consumidores.

Estudantes	**Como o consumidor deve proceder em caso de suspeita de adulteração dos combustíveis?**
1	“O consumidor deve pedir para o frentista fazer um teste”.
2	“Fazer um teste de volume do álcool e observar se o volume do álcool é maior do que a gasolina, caso confirme sua dúvida, exija a gasolina correta”.
3	“Eu acho, na minha opinião que eu deveria pedir para a pessoa que está ali me atendendo fazer um teste, para saber se é uma gasolina de boa qualidade”.

Os estudantes se colocaram como consumidores e, também, relataram as atitudes que tomariam ao constatar que estavam adquirindo a gasolina fora do padrão, onde a maioria aponta que é necessário realizar um teste para analisar o volume de álcool e confirmar a qualidade da gasolina.

Com o propósito de complementar as concepções dos estudantes foi realizado um experimento demonstrativo, referente ao teste da determinação do teor de álcool presente na gasolina. A seguir, as imagens da atividade prática (Fig. 4 e 5):

Figura 4. Momento da aula experimental, à esquerda, montagem experimental, à direita.

Após executar o experimento, foi desenvolvido o cálculo do percentual de álcool que havia na amostra de gasolina e comparado com o percentual obrigatório determinado pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e, assim, finalizou-se essa etapa tratando da importância do teor de álcool se manter dentro do estabelecido, através das vantagens e desvantagens da adição de álcool na gasolina.

Figura 5. Experimento realizado.

Concluindo-se as discussões, os estudantes foram questionados quanto ao aproveitamento da contextualização realizada. A Tab. 6, a seguir, destaca algumas dessas respostas.

Tabela 6. Opinião dos estudantes quanto a contextualização realizada.

Estudantes	Para você foi importante estudar sobre o petróleo? Por que?
1	"Sim, para ter conhecimento da importância desse recurso natural para a humanidade"
2	"Para entender como funciona o processo de purificação e comercialização do produto".

CONCLUSÕES

Essa proposta de ensino buscou analisar, através dos resultados obtidos e da participação dos estudantes, a importância da abordagem do tema petróleo no pré-sal nas aulas de química, fundamentada no enfoque em ciência, tecnologia e sociedade (CTS), para a contextualização do conteúdo hidrocarbonetos. O enfoque CTS, neste trabalho, mostrou a importância em relacionar os conteúdos da ciência no contexto da sua base tecnológica e social, além disso, possibilitou a formação de conhecimentos por parte dos estudantes que, por sua vez, estarão mais preparados para o exercício da cidadania.

De acordo com a análise dos dados, o uso de metodologias diferenciadas, como atividades em grupos para a elaboração de mapas conceituais, proporcionou aos estudantes organizar e

associar, por meio de representações gráficas, os conhecimentos adquiridos nas aulas sobre o pré-sal.

A atividade prática objetivou discutir a problemática da adulteração da gasolina nos postos de combustíveis e comparar os resultados experimentais com as propriedades dos hidrocarbonetos. Nessa etapa da sequência didática, o experimento promoveu maior participação e interação entre os estudantes e a pesquisadora, além da aprendizagem de valores, atitudes e dos conteúdos científicos.

A temática escolhida para a contextualização foi essencial no processo de ensino e aprendizagem, permitindo esclarecer os processos que envolvem a formação, a extração e o refino do petróleo bem como as tecnologias desenvolvidas, impactos ambientais e a importância da produção de petróleo encontrado no pré-sal para a economia do Brasil.

Através do questionário inicial, verificou-se que a maioria dos estudantes apresentou um breve conhecimento de aspectos relacionados ao tema, como a camada pré-sal, alguns derivados e características do petróleo. Após o desenvolvimento da sequência didática foi possível perceber que os estudantes mostraram interesse sobre o tema, pois puderam conhecer mais a utilização do petróleo no cotidiano e como são obtidos os seus derivados.

Sendo assim, espera-se que esta proposta possa ser replicada em sala de aula para facilitar a compreensão de assuntos abordados nas aulas de química orgânica, fazendo com que esses conteúdos sejam inseridos no cotidiano dos estudantes de modo contextualizado e com a função de desenvolver competências, atitudes e valores na formação do cidadão crítico e atuante na sociedade.

REFERÊNCIAS

Abreu, R.O.D. (2016). Pesquisas sobre CTS no ensino de Química: quais competências e habilidades priorizam? In *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química***.** Florianópolis, SC, Brasil.

Bybee, R.W. (1987). Science education and the science-technology-society (STS) theme. *Science Education*, *71*(5), 667-683.

Bardin, L (2016). *Análise de conteúdo*. Lisboa, Portugal; Edições 70.

Câmara, R.H. (2013). Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sócias aplicadas às organizações*. Revista Interinstitucional de Psicologia*, *6*(2), 179-191.

Dias, L.S. (2018). *Contextualização no ensino de hidrocarbonetos: análise de uma proposta de sequência didática baseada na abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) por meio do tema petróleo no pré-sal.* Trabalho de Conclusão de Curso não publicado, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

Godoy A.S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, *35*(2), 57-63.

Hofstein, A., Aikenhead, G., & Riquarts, K. (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium*. International Journal of Science Education*, *10*(4), 357-366.

Pimenta, G.S., & Lima, L.S.M. (2017). *Estágio e Docência.* São Paulo, Brasil: Cortez, Edição 8.

Pinheiro, N.A.M., Silveira, R.M.C.F., & Bazzo, W.A. (2009). O contexto científico tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación, 49*(1), 1-14. doi:10.35362/rie4912116

Santos, W.L.P., & Schnetzler, R.P. (2000). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Porto Alegre: UNIJUI.

Strieder, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas* (Tese de Doutorado. Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/vog2e6y

CONHECIMENTOS COTIDIANOS E ESCOLARES E CIÊNCIAS DA NATUREZA: INFLUÊNCIAS SOBRE OS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO INTEGRADO EM AGROPECUÁRIA

Rosemar de Fátima Vestena[1], Lidiane Bolzan Druzian[2]

[1]Universidade Franciscana, Santa Maria (BRASIL)l
[2] Instituto Federal Farroupilha- Campus São Vicente do Sul, (BRASIL)
rosemarvestena@gmail.com

Resumo

A escola, pelo currículo formal tem como premissa atuar junto aos estudantes, oferecendo-lhes acesso, mediação, aprofundamento e consolidação dos conhecimentos acerca dos fenômenos da natureza. Além disso, necessita, incluir, valorizar e articular os conhecimentos cotidianos dos estudantes. Visa dotá-los de diferentes saberes científico-social. Os conhecimentos cotidianos estão divididos em conhecimentos não-formais e informais. Para Gohn (2006) a educação não-formal é aquela resultante da educação política dos direitos e deveres de um indivíduo, os quais podem estar envolvidos na capacitação deste para o trabalho. A informal é aquela adquirida por meio da socialização e mediação com amigos e grupos familiares. Já os conhecimentos escolares se referem aqueles provenientes da educação formal, em que se ocupam do ensino e da aprendizagem sistematizados, normatizados por leis, com o intuito de formar o indivíduo como um cidadão ativo, a fim de desenvolver habilidades e competências variadas. Assim, como a maioria dos estudantes que procuram o Curso Técnico em Agropecuária Integrado do Instituto Federal Farroupilha de São Vicente do Sul (CTAIIFSVS) são provenientes de famílias que exercem atividades no setor agropecuário, esta pesquisa objetiva analisar a influência dos conhecimentos cotidianos e escolares acerca das Ciências da Natureza (CN) na opção dos estudantes pelo CTAIIFSVS. A metodologia é de abordagem qualitativa que procura entender os significados dados pelos indivíduos a um problema social, bem como a compreensão do contexto dos participantes (Crewell, 2010). Na coleta de dados, foi utilizado um questionário *online* (*Google forms)* aplicado a 74 estudantes do primeiro ano do CTAIIFSVS. Para a análise dos dados, valendo-se dos estudos de Bardin (2016) elegeu-se duas categorias pré-estabelecidas, denominadas: Conhecimentos Cotidianos (CC) e Conhecimentos Escolares (CE*)*. Para detectar os CE dos estudantes, foram considerados àqueles advindos da escola durante o período do Ensino Fundamental (EF) e, para os CC, àqueles provenientes da convivência familiar e comunitária. A partir da análise dos dados detectou-se que os CC informais e não formais foram determinantes nas escolhas profissionais dos jovens pelo CTAIIFSVS em detrimento CE provenientes da área das CN. Percebeu-se significativo envolvimento e participação destes jovens em atividades desenvolvidas no setor agropecuário envolvendo afazeres da agricultura e da pecuária e culinários no local onde residem e/ou na comunidade onde estão inseridos. Quanto aos CE da área das CN trabalhados no EF, percebeu-se um menor impacto na escolha profissional dos estudantes participantes da pesquisa visto que poucos lembraram dos conteúdos, atividades e experiências concretas alinhadas às vivências dos estudantes, mediados pela escola. Assim, este estudo sinaliza para a valorização dos CC e CE dos estudantes, especialmente daqueles advindos de experiências anteriores ao Ensino Médio (EM) a fim de inspirar currículos mais contextualizados tanto no EF como no EM. Portanto, infere-se que seja possível a articulação, o aprofundamento e a consolidação dos diferentes conhecimentos, fomentando-os na Educação Básica, por meio de uma educação científica voltada a uma formação profissional identificada com os locais de onde os estudantes são provenientes e, que possivelmente, atuarão como profissionais técnicos em agropecuária.

Palavras-chave: Conhecimentos; Educação Básica; Contextualização Curricular.

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos acerca dos afazeres e a convivência com os fenômenos e recursos da natureza estão no cotidiano das pessoas, especialmente, daquelas que trabalham na área rural. Nesse sentido, uma das premissas da escola seria realizar a mediação, o aprofundamento e a consolidação de conhecimentos acerca das vivências dos estudantes com a natureza, estes

aliados aos saberes da área das Ciências da Natureza (CN), dotando-as de significado científico e social e, assim, alinhando-as ao meio de onde são provenientes.

Os estudantes, ao ingressarem no primeiro ano do Curso Técnico em Agropecuária Integrado (CTAI), do IFFar/SVS, na sua maioria, têm ou tiveram contato com o ambiente rural e, portanto, trazem consigo conhecimentos e vivências resultantes de fatos, feitos, técnicas e convívio com os fenômenos da natureza, bem como conhecimentos escolares, decorrentes do Ensino Fundamental (EF), os quais foram sensibilizados para a escolha do referido curso.

Contudo, o acesso aos conhecimentos cotidianos e científicos acerca das CN é fundamental para despertar o interesse dos estudantes e, principalmente, dotar seus saberes de sentido científico, a fim de desenvolver qualidade de vida e desenvolvimento sustentável entre eles.

Diante do exposto, questiona-se: quais os conhecimentos cotidianos e escolares dos estudantes ingressantes no CTAI do IFFar/SVS que se correlacionam com a área das Ciências da Natureza? Este artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa de mestrado, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana.

Aporte teórico

O CTAI do IFFar/ SVS oferta aos estudantes o Ensino Médio (EM) gratuito e integrado[1] à formação técnica para atender às demandas da região no setor do agropecuário (Brasil, 2014). Assim, a matriz curricular dos três anos letivos do CTAI integra 45 disciplinas, com uma carga horária total de 3.840 horas-aula (h/a). Dessas, cerca de 22 disciplinas, ou seja, 2.240 h/a estão voltadas à área das CN e procuram se alinhar aos conhecimentos, interesses e expectativas trazidos pelos estudantes da região (Brasil, 2014).

Para Gohn (2006), os espaços formais de educação necessitam reconhecer a existência e a importância dos conhecimentos provenientes da educação não formal e informal, abrindo novas fronteiras para a construção de conhecimentos escolares. Compete aos docentes, na educação formal, trabalharem os conhecimentos de forma contextualizada, considerando as experiências e potencialidades de cada aprendiz. Haydt (2006) salienta que a autêntica aprendizagem ocorre quando o estudante está interessado em aprender, especialmente se o processo de ensinar partir de situações reais próximas às suas experiências.

Conforme Cunha (2010), o ensino não se reduz a aspectos observáveis em sala de aula, mas deve partir de experiências e conhecimentos prévios dos alunos, valorizando as formas de como organizam seus saberes, sejam estes advindos do cotidiano ou dos níveis de escolarização anteriores. Desse modo, torna-se possível iniciar o processo de ensino a partir do estágio em que o estudante se encontra no momento da instrução, para finalmente chegar a conhecimentos mais elaborados, possibilitando a superação das fragilidades e valorizando as potencialidades de cada um.

Conforme Venquiarutto, Dallago & Del Pino (2014), a educação formal é um espaço importante para dar visibilidade ao conhecimento cotidiano do estudante, com vistas a aprofundá-lo e, posteriormente, legitimá-lo como conhecimento escolar por meio de um currículo contextualizado.

Conforme disposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017), o currículo escolar da educação básica está organizado a partir das seguintes áreas do conhecimento: Matemática, Linguagens, Ciências Humanas e Ciências da Natureza. Com relação às CN, os conhecimentos estão distribuídos, no EF, em três eixos temáticos (terra e universo, vida e evolução e, por fim, matéria e energia) e, no EM, estão diluídos nas disciplinas de Química, Física e Biologia.

Para Sacristán (2013), o currículo escolar necessita contemplar não apenas os conteúdos selecionados, mas também os valores que devem ser fortalecidos. Em vista disso, cabe ao professor realizar a mediação entre o currículo previamente estabelecido e a prática pedagógica,

[1] O termo 'integrado' refere-se ao curso "ofertado somente a quem já tenha concluído o Ensino Fundamental (EF), com matrícula na mesma instituição, de modo a conduzir o estudante à habilitação profissional técnica de nível médio ao mesmo tempo em que conclui a última etapa da Educação Básica" (BRASIL, 2013, p.10).

transformando-o, assim, em um currículo por meio do qual os alunos efetivamente aprendam conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (Zaballa, 1999). Sob essa perspectiva, as instituições escolares podem ser vistas como espaços de reconstrução de seus currículos, permitindo que cada sujeito os reinterprete a seu modo e, portanto, atribua a eles novos significados. Nesse sentido, pode-se dizer que o currículo organiza a prática educativa, evidenciando-se a função social atribuída ao ensino das disciplinas, que, na maioria das vezes, desconsidera a necessidade formativa do aluno. Segundo Zaballa (1999), aspectos como significatividade, funcionalidade, sentido e motivação precisam ser considerados primordiais ao se operacionalizar o currículo em um dado contexto escolar.

METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa científica de abordagem qualiquantitativa, de cunho bibliográfico e documental. Diante do problema a ser investigado, elegeram-se duas categorias pré-estabelecidas por Bardin (2016), assim definidas: conhecimentos cotidianos e conhecimentos escolares. A coleta dos dados ocorreu junto aos estudantes do primeiro ano do CTAI do IFFar/SVS, por meio de um questionário aplicado *online* (*Google Forms*[2]) e por uma questão documentada sob forma de desenhos. As perguntas, fechadas e abertas, foram analisadas de modo não excludente. Os desenhos dos estudantes contemplaram as atividades cotidianas vivenciadas e/ou realizadas no setor agropecuário. Cabe mencionar que a presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética sob o número 2.902.350.

RESULTADOS

Com relação aos conhecimentos cotidianos dos estudantes do primeiro ano do CTAI, percebeu-se que, quando questionados sobre o contato e/ou manejo com plantas e criação de animais, a maioria, ou seja, 81,1% responderam que já haviam participado ou tido contado com essas atividades, sendo que apenas 18,9% relataram não ter passado por essas experiências. Posteriormente, ao longo da pesquisa, os estudantes poderiam assinalar quantas alternativas fossem necessárias em relação a quais atividades já haviam realizado, com o propósito de auxiliar a família ou a sua comunidade. A Figura 1, que retoma a questão 2 do questionário proposto, expõe graficamente o percentual de estudantes envolvidos com atividades agropecuárias. O quadro 1, por sua vez, expõe os percentuais das atividades desenvolvidas ou vivenciadas pelos estudantes.

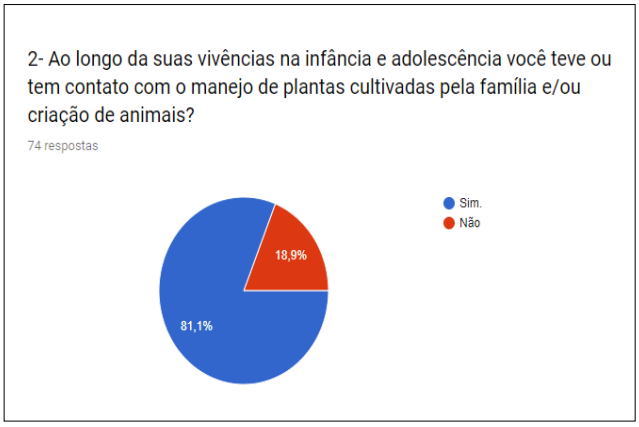


Figura 1. Percentual de estudantes envolvidos com atividades agropecuárias.

Com base nos dados expostos na Figura 1 e na Tabela 1, percebe-se um alto percentual de realização de atividades provenientes do setor agropecuário, o qual pode ser caracterizado como conhecimento cotidiano. Conforme Gohn (2006), tais conhecimentos são adquiridos por meio de experiências e atividades de socialização com amigos e com a família. Venquiarutto, Dallago & Del Pino (2014) afirmam que, no cotidiano, existem diferentes saberes associados a práticas

[2] Formulários do Google.

sociais diversas e que, nesse sentido, eles devem ser valorizados como forma de trabalhar os conhecimentos científicos de forma contextualizada.

Tabela 1. Percentuais de estudantes que já participaram de atividades agropecuárias.

Atividade	**Percentual**
Limpar e arrumar a casa	68,9%
Preparar alimentos	60,8%
Carneações de animais	41,9%
Plantio e colheita de produtos	41,9%
Preparo do solo para a agricultura	33,8%
Pães e bolachas	31,10%
Ordenhas de vacas	28,40%
Queijos	12,20%
Costurar	12,20%
Outras (distintas das citadas anteriormente)	18,9%
Nenhuma das anteriores	9,50%
Todas as anteriores	1,40%

Com relação aos conhecimentos não formais adquiridos junto à comunidade e aos seus familiares, os estudantes poderiam assinalar todas as alternativas, tendo em vista quais atividades já haviam realizado. Dessa forma, 24,3% afirmaram que já haviam participado de negociações e comercialização de produtos produzidos pela família; 40,5%, de palestras sobre produtos e implementos agrícolas; 6,8%, de curso de operador de máquinas; 1,4%, de curso sobre panificação; 2,7%, de cursos sobre hortas; 1,4%, de cursos sobre economia doméstica; 18,9%, de outros cursos; e, por fim, 45,9%, de nenhuma das alternativas anteriores.

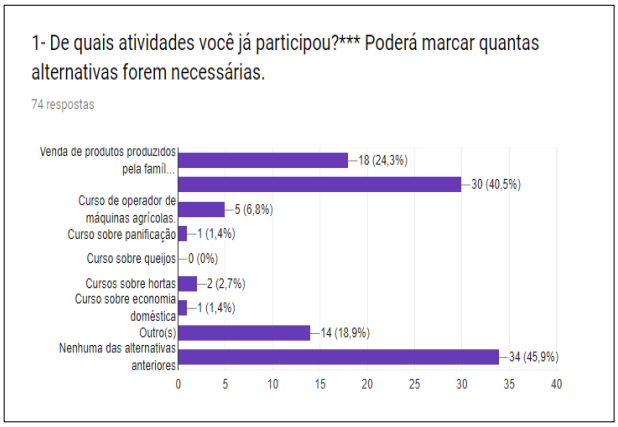


Figura 2. Atividades de que os estudantes participaram.

Os participantes também foram questionados se, na família, assistem aos programas de televisão relacionados à agropecuária; se leem livros, jornais e revistas ou pesquisam, em *sites*, sobre os afazeres vivenciados; ou, ainda, se nenhuma das alternativas anteriores contemplava a sua realidade familiar. Assim, foram obtidos os seguintes resultados: 71,6% assistem a programas de televisão relacionados à Agropecuária; 27% lêem livros, jornais e revistas ou

pesquisam, em *sites*, sobre a área agrícola; e, por fim, 23% responderam que não vivenciavam as atividades citadas anteriormente. Percebe-se que boa parte dos estudantes pesquisados integra um ambiente familiar propício à busca de conhecimentos. Segundo Gohn (2006), dentre os conhecimentos cotidianos, tem-se os saberes informais e os não formais. Os informais são adquiridos de maneira pouco sistematizada; já os não formais são resultado de palestras, cursos, pesquisas, isto é, atividades com tema, tempo e espaço previamente planejados e sistematizados. A Figura 2 apresenta as atividades das quais os estudantes já haviam participado e a Figura 3, as formas de acesso à informação relacionada à agropecuária.

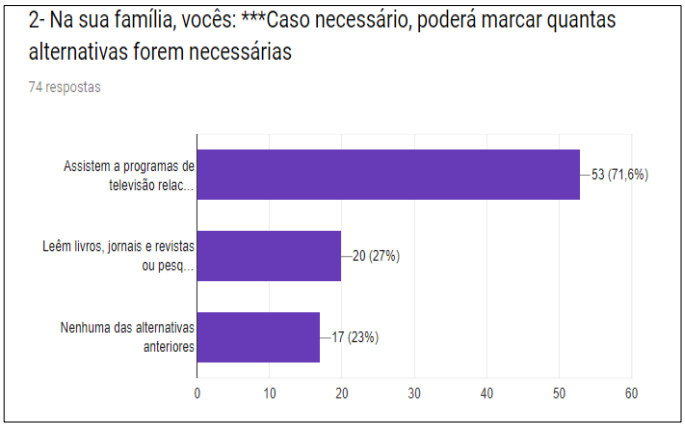


Figura 3. Formas de acesso à informação relacionada à agropecuária.

Os dados provenientes dos estudantes, neste momento da pesquisa, são ratificados pelos seus desenhos, por meio dos quais detalharam as fases das diferentes atividades desenvolvidas junto de suas famílias e comunidades. Provavelmente, esses saberes foram sendo repassados através dos tempos e por meio da família e/ou comunidade, uma vez que representam atividades desenvolvidas no campo. A Figura 4 expõe, por meio das imagens A, B, C e D, respectivamente, desenhos acerca de plantação de fumo, produção de queijo, plantação e colheita de arroz e plantio de cana-de-açúcar.

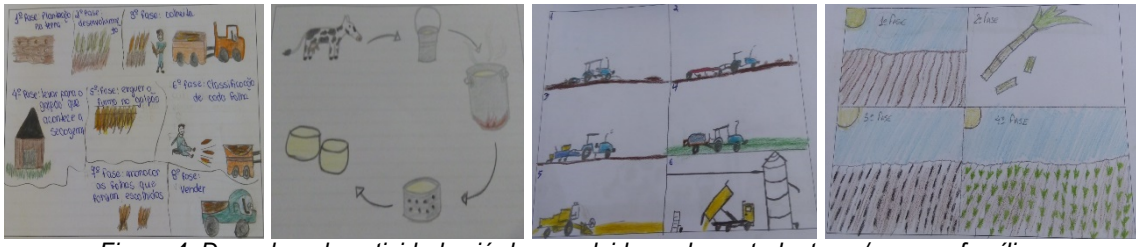


Figura 4. Desenhos das atividades já desenvolvidas pelos estudantes e/ou suas famílias

Em relação aos conhecimentos escolares dos estudantes, quando questionados sobre os temas e conteúdos da área das CN com os quais haviam mais se identificado, 44,6% responderam que se tratava do eixo temático “Vida e Evolução”; 37,8%, “Terra e Universo”; e 17,6%, “Matéria e Energia”. As três unidades apresentadas aos estudantes tomam como referência os eixos temáticos para o currículo do EF, sinalizados pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017).

Na questão subsequente, ao serem questionados a respeito dos aspectos metodológicos empregados nas aulas de ciências no EF, 47,3% dos estudantes responderam que tais aulas foram ministradas, na maioria das vezes, de forma expositiva, com o apoio de livros didáticos; 44,6% relataram que tiveram aulas expositivas e teóricas no quadro; 6,8% destacaram as saídas para estudos no pátio e na comunidade; e, por fim, 1,4% mencionou a presença de aulas práticas no laboratório.

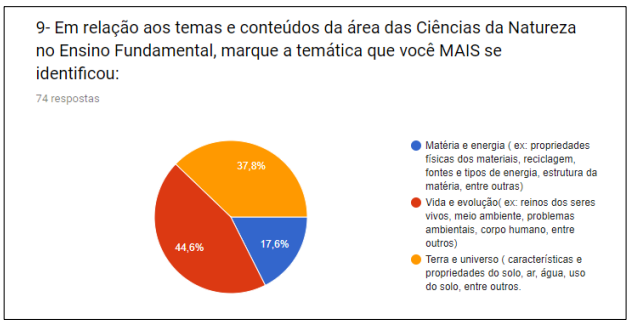


Figura 5. Temas e conteúdos que mais se identificaram no EF.

Diante do exposto, percebe-se que prevalecem as metodologias de ensino mais tradicionais, para abordar e trabalhar os conteúdos da área das CN, em detrimento de propostas mais interativas. O baixo índice de 6,8% de saídas para estudos no pátio e na comunidade demonstra que, no processo de escolarização desses estudantes, houve pouco esmero em oportunizá-los o contato com suas comunidades e seus entornos, que são ricos de objetos de aprendizagem e de fenômenos naturais. Preferiu-se, assim, falar, escrever e apresentar, nos livros, os conhecimentos a serem desenvolvidos em detrimento de metodologias mais interativas e investigativas. Portanto, as propostas pedagógicas necessitam ser planejadas para que, nas escolas, sejam minimizadas as ações de memorização e contemplação do saber sistematizado, tendo em vista a interação, problematização e reflexão dos diferentes conhecimentos (Haydt, 2006). As Figuras 5 e 6 expõem os dados analisados:

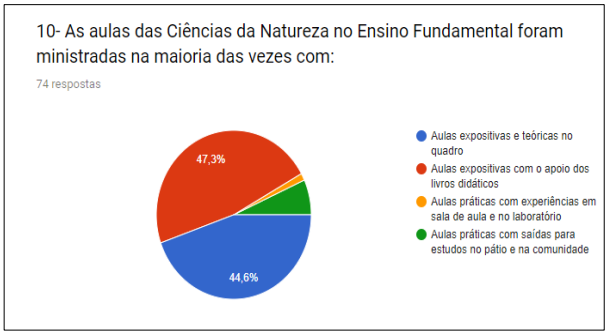


Figura 6. Metodologias mais utilizadas no EF.

A maior identificação dos estudantes com as temáticas que abordam a vida e a evolução pode estar relacionada às suas vivências, visto que, na maioria das vezes, têm interagido desde pequenos com animais, plantas e ambiente. Outro aspecto, que parece corroborar com esses dados, é que o termo “ciências” muitas vezes está associado, especialmente nos meios de comunicação, a ambiente, seres vivos e corpo humano. Também, segundo Bizzo (2010), os conteúdos inerentes à unidade “vida e ambiente” são os mais evidenciados no currículo do EF. Para o autor, existe uma tendência na biologização do currículo do EF em detrimento dos conhecimentos de química e física.

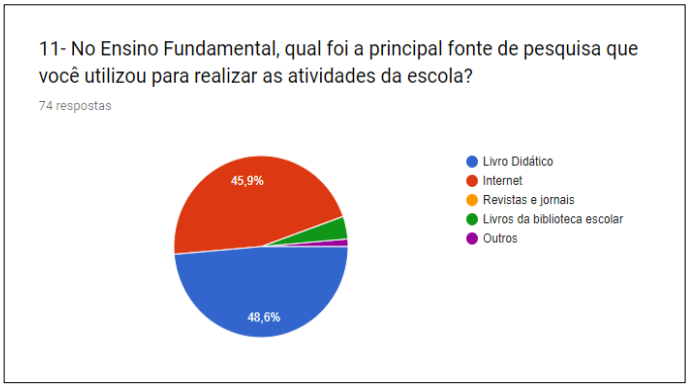


Figura 7. Principal fonte de pesquisa utilizada.

Quando questionados sobre as principais fontes de pesquisa utilizadas no EF, 48,6% dos estudantes destacaram o livro didático, 45,9% citaram a internet e 4,1% responderam que utilizaram os livros da biblioteca escolar como principal meio de pesquisa. Na opção “outros”, apenas 1,4% marcou essa alternativa. A Figura 7 expõe esses dados, conforme segue.

No que diz respeito ao uso do livro didático, destaca-se que o Governo Federal disponibilizou esse recurso, gratuitamente, às instituições escolares por meio do Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Assim, explica-se o porquê de os estudantes utilizá-los como material de apoio aos estudos e à pesquisa (BRASIL, 2018). Além disso, é significativo o uso da internet em 45,9% dos casos, o que demonstra que, mesmo os moradores de locais mais isolados, fazem uso desse recurso.

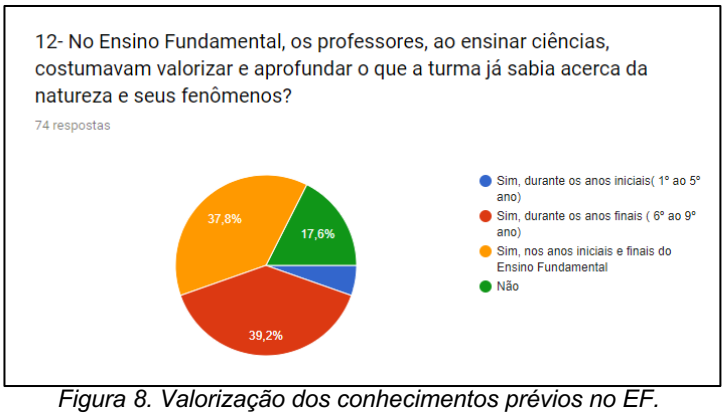


Figura 8. Valorização dos conhecimentos prévios no EF.

A Figura 8 expõe as respostas dos estudantes sobre os conhecimentos cotidianos e escolares valorizados pelos professores no EF. Assim, 5,4% dos estudantes responderam que tais conhecimentos foram valorizados durante os anos iniciais do EF; 39,2%, nos anos finais do EF; 37,8%, durante os anos iniciais e finais do EF; e, por fim, 17,6% responderam que esses conhecimentos não foram valorizados em nenhum momento. Percebeu-se que boa parte dos estudantes (39,2% e 37,8) respondeu que houve a valorização e o aprofundamento dos conhecimentos prévios existentes nos anos finais do EF e nos anos iniciais e finais do EF, respectivamente. No entanto, existem diferentes maneiras de se contextualizar os conhecimentos dos estudantes, ou seja, apenas exemplificar ou se referir a um fato não se configura contextualização, mas exemplos de associações com o que está sendo abordado. Para que a contextualização ocorra de fato, os conhecimentos cotidianos, em especial, necessitam ser revisitados a fim de que se transformem em conhecimento escolar, ou seja, dotados de olhar científico (Kato & Kawasaki, 2009).

CONCLUSÕES

Com a realização desta pesquisa, observou-se que os conhecimentos cotidianos são relevantes aos estudantes que optaram pelo CTAI, visto que, desde a convivência familiar, existe um ‘ambiente’ mobilizador de ações para a busca de conhecimentos, especialmente em espaços não formais, acerca dos saberes e fazeres desenvolvidos na propriedade rural.

Com relação aos conhecimentos escolares no EF, percebeu-se a prevalência de uma abordagem mais tradicional dos conteúdos, bem como do uso de recursos didáticos associados a uma perspectiva de transmissão de conhecimentos por parte do professor e recepção por parte dos estudantes.

Portanto, os conhecimentos trazidos pelos estudantes, de certo modo, vêm sendo incluídos no currículo formal do CTAI, tendo em vista a carga horária do curso, alinhada à área das CN. No entanto, para que sejam efetivamente legitimados no cotidiano escolar, faz-se relevante a inclusão dos conhecimentos dos estudantes no protagonismo do processo de ensino e aprendizagem, qualificando-os e dotando-os de significado científico e social.

AGRADECIMENTOS

Aos estudantes do primeiro ano do CTAI - IFFar/SVS.

REFERÊNCIAS

Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70

Brasil (2013). *Resolução N.º 102, de 02 de dezembro de 2013*. Instituto Federal Farroupilha. Retirado de https://tinyurl.com/rtm3g5o

Brasil (2018). Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular, Brasília. 2017. Retirado de https://tinyurl.com/vlkw4tl

Brasil (2014). Projeto Pedagógico dos Cursos Técnicos do Instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul, RS. Retirado de https://tinyurl.com/tadq3hs

Brasil (2018). Plano de Desenvolvimento Institucional. Instituto Federal Farroupilha, 2014-2018. Retirado de https://tinyurl.com/yx4rraeb

Bizzo, N. (2010). *Ciências, fácil ou difícil?* São Paulo: Ática.

Cunha, M.I. (2010). *O bom professor e sua prática* (22 ed). São Paulo: Papirus Editora.

Gohn, M.G. (2006). Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 14*(50), 27-38.

Haydt, R. C. (2006). *Curso de Didática Geral* (8 ed.) São Paulo: Ática.

Kato, D.S. & Kawasaki, C.S. (2001) As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação, 17*(1), 35-50.

Sacristán, J.G. (2013). *Saberes e incertezas sobre o currículo*. Porto Alegre: Penso.

Venquiaruto, L.D., Dallago, R.M., Del Pino, J.C. (2014). *Saberes populares fazendo-se saberes escolares:Um estudo envolvendo o pão, o vinho e a cachaça*. Curitiba: Apris.

Zabala, A. (1999). *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*. Porto Alegre: Artmed.

O DISCURSO DA SUSTENTABILIDADE EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

Noemi Boer[1], Greice Scremin[1], Neusa Maria John Scheid[2]

[1]Universidade Franciscana (BRASIL)
[2]Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (BRASIL)
noemiboer@gmail.com

Resumo

Para os propósitos deste estudo, foram selecionadas e analisadas 4 coleções de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, distribuídos pelo Plano Nacional de Livro Didático (PNLD) 2018. No delineamento metodológico, foram examinados o sumário, índice remissivo e capítulos referentes à Ecologia e Meio Ambiente. Foi possível agrupar as ideias centrais relativas à sustentabilidade presentes no *corpus* em 3 categorias com ênfase em: (i) riscos e catástrofes ambientais; (ii) gestão dos recursos naturais; (iii) alternativas para o futuro. Essas categorias se desdobram a partir do conceito de desenvolvimento sustentável (DS) elaborado no contexto das grandes Conferências e Programas Internacionais ONU e UNESCO, realizados a partir da década de 1970. A análise, de natureza qualitativa, seguiu a técnica da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes & Galiazzi, 2007). Constatou-se que a primeira categoria, presente nas 4 coleções, refere-se ao conceito de sustentabilidade associado à uma visão trágica, relacionada à riscos e catástrofes ambientais. A segunda categoria, identificada em 3 coleções, refere-se ao conceito de sustentabilidade pelo viés da gestão dos recursos naturais. A última categoria, de cunho prescritivo, identificada em 3 coleções, abrange a sustentabilidade ambiental em uma visão de futuro, sugerindo que o comportamento das gerações atuais deve constituir um novo padrão de desenvolvimento. Portanto, este estudo evidenciou que a escolha do livro didático tem impactos importantes na formação científica e no desenvolvimento das sensibilidades de professores e estudantes, no que diz respeito à sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: sustentabilidade ambiental, CTSA, Plano Nacional de Livro Didático.

INTRODUÇÃO

Garantir que o desenvolvimento sustentável (DS) atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também as suas foi o entendimento da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) e da Organização das Nações Unidas (ONU) no final da década de 1980 (CMMAD,1991). O DS também pode ser entendido como um conjunto de políticas capazes de, simultaneamente, garantir o aumento da renda, o acesso a direitos sociais básicos e a redução do impacto do aumento da produção e do consumo sobre o meio ambiente (Edwards, 2005; Sachs, 2009). Para ser sustentável, o desenvolvimento deve ser economicamente sustentado (ou eficiente), socialmente desejável (ou includente) e ecologicamente prudente (ou equilibrado) (Sachs, 2002). No processo de construção da sustentabilidade, o progresso não precisa, necessariamente, prejudicar o meio ambiente ou destruir a diversidade. Para isso, é preciso ter consciência de que todas as atividades econômicas estão solidamente inseridas no ambiente natural (Sachs, 2002, 2009). Desse modo, o enfoque da sustentabilidade pressupõe a concepção de meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, socioeconômico e o cultural, formando o tripé do DS.

Na contextualização da temática, cabe lembrar que no ano de 2000 a ONU lançou a Declaração do Milênio em que foram traçados 8 grandes objetivos para serem atingidos até 2015. Esses objetivos ficaram conhecidos como Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), sendo que o objetivo número 7 refere-se à sustentabilidade ambiental. As metas do ODM 7 contemplam a necessidade de incluir os princípios do DS nas políticas e nos programas nacionais; inverter a perda dos recursos naturais; reduzir para a metade a proporção da população sem acesso à água potável e melhorar consideravelmente a vida de milhões de habitantes de áreas degradadas (ONU Brasil, n.d.; Almeida, 2007).

Em consonância com os ODM, a ONU decretou o período 2005 -2014, a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável em que foi repassado à escola, a incumbência de inserir em seus currículos a abordagem da sustentabilidade (Gadotti, 2009). Na avaliação e atualização dos ODM, a ONU propõe a Agenda 2030, contemplando 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas, para serem atingidas até o ano de 2030.

No entanto, pelas incongruências do binômio DS, gradativamente houve uma substituição do termo pelo conceito de sustentabilidade, este com apropriações distintas, mas preservando o sentido original (Edwards, 2005; Lima, 2009; Sachs, 2009). Com isso, diferentes significados de sustentabilidade coexistem e se inserem em diferentes espaços sociais, entre eles a escola (Lindenmaier & Schetinger, 2018). Quando se tem presente a instituição escolar, pressupõe-se os processos de ensino-aprendizagem e seus desdobramentos na educação básica. Tais processos podem ser entendidos como a organização de situações de aprendizagem capazes de contribuir para a elaboração do conhecimento pelo aluno. Os desdobramentos de sala de aula envolvem um conjunto de competências essenciais à dimensão técnica da ação pedagógica do professor, mas também os recursos utilizados como os livros didáticos (Boer, 2013; Boer & Scheid, 2018).

No contexto educacional brasileiro, o livro didático (doravante LD) ainda é o principal recurso disponível aos professores e estudantes da educação básica (Fracalanza & Megid-Neto, 2006). Dependendo do local de aceso à informação, o LD pode ser a única fonte de consulta disponível aos estudantes. Em vista disso e considerando a importância do LD como recurso didático em sala de aula e como instrumento orientador do planejamento e da prática docente, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas a respeito dos impactos do LD utilizado no ensino fundamental e médio do país (Bizzo, 1996; Santos & Carneiro, 2006; Vasconcelos & Souto, 2003; Xavier, Freire & Moraes, 2006; Pozo & Crespo, 2009).

Uma particularidade identificada nos LD diz respeito à presença de recursos que levam à discussão de conteúdos teóricos para que sejam convertidos em conhecimento (Vasconcelos & Souto, 2003). Nesse sentido, Lopes (2007) refere-se ao LD como “uma versão digitalizada do conhecimento para fins escolares” (p.206). Acrescenta os propósitos de formação de valores, identidades e visões de mundo que podem ser elaboradas a partir do LD. Assim sendo, o LD assume funções de disponibilizar informações; estruturar a organização da aprendizagem dos estudantes, tornando-se um guia para a apreensão de conhecimentos associados às experiências prévias dos alunos (Santos & Carneiro, 2006). Portanto, a escolha do LD, pela escola, deverá considerar o contexto real dos estudantes.

Outra preocupação que deve permear a escolha do LD, apontadas por Pozo & Crespo (2009), é o compromisso com a excelência dos conteúdos veiculados que fica identificada nas avaliações sistemáticas realizadas pelo Ministério da Educação. Cabe destacar que o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio, inicialmente contemplava apenas os componentes curriculares ou disciplinas de Português e Matemática. A partir de 2007, o livro de Biologia foi inserido no PNLD (Höffling, 2006; Xavie, Freire & Moraes, 2006). Assim, nas atuais políticas públicas que envolvem o LD, é possível identificar limitações que atendam a excelência no ensino brasileiro. O material disponibilizado pelo PNLD requer avaliação constante e sistemática por parte dos professores (Pozo & Crespo, 2009) para não incorrer em contradições e em erros conceituais (Bizzo, 1996).

Tendo presente tais considerações a respeito da sustentabilidade e da utilização do LD como o principal recurso didático disponível aos professores, a questão norteadora deste estudo foi: como o discurso da sustentabilidade, presente em livros didáticos de biologia, podem repercutir na formação socioambiental e sociocientífica dos estudantes de ensino médio?

Os dados relativos à sustentabilidade e ao LD aqui apresentados reafirmam a relevância do estudo proposto em que se teve por objetivo analisar como o discurso da sustentabilidade aparece em livros didáticos de biologia do ensino médio do Brasil. Para tanto, analisou-se o discurso da sustentabilidade em coleções de livros didáticos de Biologia de Ensino Médio e os dados apurados foram relacionados com possíveis repercussões na formação socioambiental e sociocientífica dos estudantes.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido por meio de abordagem qualitativa e envolveu um estudo documental do *corpus* que foi constituído por quatro coleções de livros de Biologia do Ensino Médio, distribuídos pelo Plano Nacional de Livro Didático (PNLD, 2018).

Bogdan & Biklen (1994) consideram que a pesquisa qualitativa surgiu de um campo inicialmente dominado por práticas de mensuração, elaboração de testes de hipóteses variáveis e assim "[...] alargou-se para contemplar uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais" (1994, p. 11). A abordagem qualitativa de pesquisa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (Minayo, 2013). No contexto da pesquisa na área da educação, essa abordagem metodológica admite formas distintas buscando contemplar a diversidade de temas e questões envolvidos. Portanto, em se tratando do discurso da sustentabilidade, considerou-se essa abordagem apropriada para o estudo desenvolvido.

Os documentos, de acordo com Bogdan & Biklen (1994), têm sido considerados como extremamente subjetivos por muitos pesquisadores. Essa consideração vem sendo feita tendo em vista que os textos produzidos para uso didático podem apresentar um retrato das concepções subjacentes aos sentidos que uma parcela da comunidade científica quer apresentar de modo didatizado aos estudantes em formação. Nesse sentido, os autores destacam que é exatamente pela característica subjetiva presente nesses documentos que esses tornam-se interessantes para a pesquisa qualitativa. Em relação à essa investigação, não nos interessa a verdade convencionalmente concebida (Bogdan & Biklen, 1994), mas sim a compreensão de como o discurso da sustentabilidade aparece em livros didáticos de biologia do ensino médio do Brasil. São, portanto, as subjetividades presentes nesses documentos que nos interessam.

O *corpus* foi constituído por 4 coleções de LD de Biologia do Ensino Médio, distribuídos às escolas brasileiras pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018. Em um levantamento prévio junto às escolas pertencentes à 8ª Coordenadoria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul, foram identificadas 11 coleções adotadas por diferentes escolas. As 4 coleções mais citadas se constituíram no objeto de análise e são identificadas, neste estudo, pelas letras A, B, C e D, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Demonstrativo do Corpus analisado.

Código	Coleção	Autores	Editora
A	BIO	Sônia Lopes Sérgio Rosso	Saraiva
B	Biologia Hoje	Sério Linhares Fernando Gewandsznajder Helena Pacca	Ática
C	Fundamentos da Biologia	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho	Moderna
D	Ser Protagonista	Antônio Carlos Bandouk (et al.)	Edições SM

A análise realizada no material se qualifica como Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes & Galiazzi, 2007). Trata-se de um tipo de análise textual qualitativa que pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do *corpus*, a unitarização; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (Moraes, 2003).

Na Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes & Galiazzi, 2007), foram consultados sumário, índice remissivo e capítulos referentes à Ecologia e Meio Ambiente, o que permitiu a identificação das unidades de sentido, as categorias iniciais e intermediárias. Esse processo culminou na identificação das categorias finais denominadas: (i) riscos e catástrofes ambientais; (ii) gestão dos recursos naturais; (iii) alternativas para o futuro, que são analisadas neste trabalho.

Assim, foi possível agrupar as ideias centrais sobre sustentabilidade nas categorias acima mencionadas, que se desdobraram a partir do conceito de DS elaborado no contexto das grandes Conferências e Programas Internacionais ONU e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), realizados a partir da década de 1970.

RESULTADOS

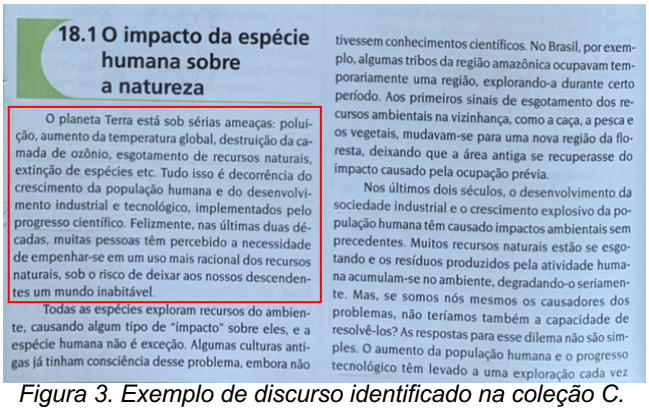
O LD é um artefacto cultural que apresenta um papel de destaque na educação brasileira e, em particular, no ensino de biologia. No trabalho do professor, auxilia na seleção dos conteúdos a serem ensinados, na organização da disciplina, nos procedimentos de ensino e na avaliação. Do ponto de vista da linguagem e do discurso, conferem materialidade a um gênero narrativo denominado discurso científico escolar (Vedana & Souza, 2009; Nascimento & Martins, 2009).

A seguir, são apresentados os resultados do estudo, organizados em três categorias emergentes da Análise Textual Discursiva.

Categoria 1 – Riscos e catástrofes ambientais

Esta categoria, está presente nas 4 coleções, refere-se ao conceito de sustentabilidade associado à uma visão trágica, pautada em argumentos relacionados a riscos e catástrofes ambientais. Apesar do apelo midiático recorrente sobre ações para "salvar o planeta", é fundamental que a escola se constitua em espaço de problematizar as verdades hegemônicas a respeito das condições ambientais do planeta, bem como "[…] desnaturalizar determinados modos de olhar para o ambiental unicamente como uma questão problemática" (Garré & Henning, 2017).

Tais argumentos consideram que o crescimento da população humana e o desenvolvimento industrial e tecnológico, implementados pelo progresso científico, são causas de tais catástrofes. A Fig 1 exemplifica o discurso baseado nos riscos para discutir acerca da relação entre humanidade e ambiente, que foi identificado nas quatro coleções analisadas.



18.1 O impacto da espécie humana sobre a natureza

O planeta Terra está sob sérias ameaças: poluição, aumento da temperatura global, destruição da camada de ozônio, esgotamento de recursos naturais, extinção de espécies etc. Tudo isso é decorrência do crescimento da população humana e do desenvolvimento industrial e tecnológico, implementados pelo progresso científico. Felizmente, nas últimas duas décadas, muitas pessoas têm percebido a necessidade de empenhar-se em um uso mais racional dos recursos naturais, sob o risco de deixar aos nossos descendentes um mundo inabitável.

Todas as espécies exploram recursos do ambiente, causando algum tipo de "impacto" sobre eles, e a espécie humana não é exceção. Algumas culturas antigas já tinham consciência desse problema, embora não tivessem conhecimentos científicos. No Brasil, por exemplo, algumas tribos da região amazônica ocupavam temporariamente uma região, explorando-a durante certo período. Aos primeiros sinais de esgotamento dos recursos ambientais na vizinhança, como a caça, a pesca e os vegetais, mudavam-se para uma nova região da floresta, deixando que a área antiga se recuperasse do impacto causado pela ocupação prévia.

Nos últimos dois séculos, o desenvolvimento da sociedade industrial e o crescimento explosivo da população humana têm causado impactos ambientais sem precedentes. Muitos recursos naturais estão se esgotando e os resíduos produzidos pela atividade humana acumulam-se no ambiente, degradando-o seriamente. Mas, se somos nós mesmos os causadores dos problemas, não teríamos também a capacidade de resolvê-los? As respostas para esse dilema não são simples. O aumento da população humana e o progresso tecnológico têm levado a uma exploração cada vez

Figura 3. Exemplo de discurso identificado na coleção C.

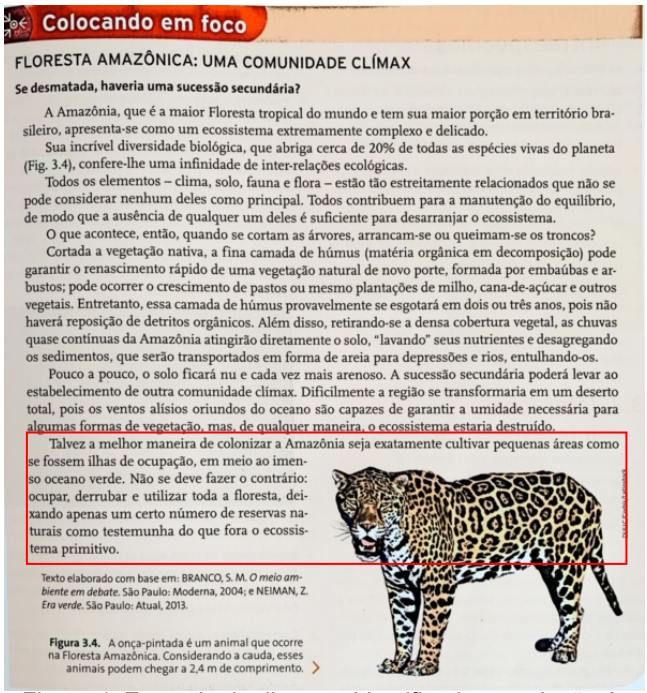
Tais argumentos mostram uma realidade perceptível com relação aos problemas ambientais como o aquecimento global, a poluição e a extinção das espécies. Essa visão alarmista pretende convocar as pessoas para assumirem a responsabilidade sobre o futuro do planeta. Nesse sentido, concorda-se com Garré & Henning (2017, p. 6) quando afirmam que discursos alarmantes "propagam o medo e o terror" […]. Essas autoras reafirmam que, para além de uma consciência de crise ambiental, trata-se da insegurança em relação às catástrofes ambientais, pois, sob essa perspectiva, todos estão em perigo, gerando uma sensação de impotência.

Nesse sentido, pode também impactar os jovens de modo pessimista em relação ao destino do planeta e à sobrevivência da espécie humana. Decorrente dessa visão, os estudantes podem, por outro lado, tender a pensar que quaisquer atitudes tomadas no presente ou futuro não irão surtir efeito sobre problemáticas tão complexas e graves já instaladas nas sociedades contemporâneas. Provocando assim, por um lado, certo grau de acomodação e, por outro, angústia diante da necessidade iminente de mudar este quadro.

Categoria 2 – Gestão dos recursos naturais

A segunda categoria foi identificada em 3 das 4 coleções analisadas, refere-se ao conceito de sustentabilidade abordado pelo viés da gestão dos recursos naturais. Essa, define-se a partir de uma perspectiva que leva em conta a importância do desenvolvimento científico e tecnológico para o aprimoramento da gestão dos recursos naturais existentes, garantindo a sustentabilidade das gerações presente e futuras.

No texto destacado na Fig 2, é possível observar que o LD sugere formas de gerir com maior eficácia os recursos naturais. Tais alternativas, quando fomentadas no material didático, podem agregar maiores contribuições na formação socioambiental dos estudantes, pois os jovens podem vislumbrar que, embora haja problemas ambientais devido aos comportamentos humanos, tais problemas podem ser geridos a partir de estratégias inovadoras pautadas no desenvolvimento cientifico e tecnológico e preservando a natureza. Essa perspectiva congrega, portanto, o desenvolvimento sustentabilidade da natureza, bem como o desenvolvimento econômico e financeiro do país.



Colocando em foco

FLORESTA AMAZÔNICA: UMA COMUNIDADE CLÍMAX

Se desmatada, haveria uma sucessão secundária?

A Amazônia, que é a maior Floresta tropical do mundo e tem sua maior porção em território brasileiro, apresenta-se como um ecossistema extremamente complexo e delicado.

Sua incrível diversidade biológica, que abriga cerca de 20% de todas as espécies vivas do planeta (Fig. 3.4), confere-lhe uma infinidade de inter-relações ecológicas.

Todos os elementos – clima, solo, fauna e flora – estão tão estreitamente relacionados que não se pode considerar nenhum deles como principal. Todos contribuem para a manutenção do equilíbrio, de modo que a ausência de qualquer um deles é suficiente para desarranjar o ecossistema.

O que acontece, então, quando se cortam as árvores, arrancam-se ou queimam-se os troncos?

Cortada a vegetação nativa, a fina camada de húmus (matéria orgânica em decomposição) pode garantir o renascimento rápido de uma vegetação natural de novo porte, formada por embaúbas e arbustos; pode ocorrer o crescimento de pastos ou mesmo plantações de milho, cana-de-açúcar e outros vegetais. Entretanto, essa camada de húmus provavelmente se esgotará em dois ou três anos, pois não haverá reposição de detritos orgânicos. Além disso, retirando-se a densa cobertura vegetal, as chuvas quase contínuas da Amazônia atingirão diretamente o solo, "lavando" seus nutrientes e desagregando os sedimentos, que serão transportados em forma de areia para depressões e rios, entulhando-os.

Pouco a pouco, o solo ficará nu e cada vez mais arenoso. A sucessão secundária poderá levar ao estabelecimento de outra comunidade clímax. Dificilmente a região se transformaria em um deserto total, pois os ventos alísios oriundos do oceano são capazes de garantir a umidade necessária para algumas formas de vegetação, mas, de qualquer maneira, o ecossistema estaria destruído.

Talvez a melhor maneira de colonizar a Amazônia seja exatamente cultivar pequenas áreas como se fossem ilhas de ocupação, em meio ao imenso oceano verde. Não se deve fazer o contrário: ocupar, derrubar e utilizar toda a floresta, deixando apenas um certo número de reservas naturais como testemunha do que fora o ecossistema primitivo.

Texto elaborado com base em: BRANCO, S. M. *O meio ambiente em debate*. São Paulo: Moderna, 2004; e NEIMAN, Z. *Era verde*. São Paulo: Atual, 2013.

Figura 3.4. A onça-pintada é um animal que ocorre na Floresta Amazônica. Considerando a cauda, esses animais podem chegar a 2,4 m de comprimento.

Figura 4. Exemplo de discurso identificado na coleção A.

Nesse contexto, Cavalcanti (2012) destaca que embora a sustentabilidade tenha se tornado uma espécie de mantra no mundo contemporâneo, o mesmo não ocorre com o compromisso relacionada à redução dos impactos ambientais na busca por conciliar crescimento econômico e desenvolvimento sustentável. Portanto, a inovação tecnológica orientada para a sustentabilidade constitui-se como uma alternativa para o futuro, pois congrega sociedade, natureza, economia e ética em uma visão sistêmica (Abramovay, 2012).

Assim, é importante que as ações de cunho didático nas escolas façam referência à associação entre preservação ambiental e desenvolvimento tecnológico como faces de uma mesma moeda. Especialmente porque é na escola que competências relacionadas à formação científica são desenvolvidas.

Categoria 3 – Alternativas para o futuro

A última categoria, de cunho prescritivo, foi identificada em 3 coleções. No entanto, se destaca em uma das coleções, é superficial em outra e fraca na terceira. As alternativas para o futuro abrangem a sustentabilidade ambiental em uma visão de futuro, sugerindo que o comportamento das gerações atuais deve constituir um novo padrão de desenvolvimento. Ou seja, sustenta-se a partir da ideia de que a sobrevivência humana e bem-estar dependem, direta ou indiretamente do ambiente natural.

Nessa perspectiva, Barter & Russell (2012) destacam que a definição de desenvolvimento sustentável não se refere a salvar a natureza, mas a internalizar estratégias, agregando, assim, novos recursos para permitir o crescimento econômico e a prosperidade compartilhada por todos.

Assim sendo, essa perspectiva é fortemente associada à ação, pois sugere que a sobrevivência da raça humana não pode ser terceirizada, ou seja, as atitudes que amparam esta sobrevivência devem partir da própria humanidade.

Para ilustrar essa perspectiva, apresenta-se a Fig 3 que destaca, no LD, os objetivos do desenvolvimento sustentável, (ODS) ou Objetivos Globais que são um chamado universal para ação contra a pobreza, proteção do planeta e garantias de paz e prosperidade (ONU, 2015). Esse tipo de texto, apresentado nos LD, permitem aos estudantes a visão da necessidade de desenvolvimento de um espírito colaborativo e, ao mesmo tempo, prático para a realização de escolhas conscientes que visem a melhoria da qualidade de vida das gerações atuais e futuras.

Figura 5: Exemplo de discurso identificado na coleção A.

Sobre essa categoria, é importante considerar que, embora se possa pensar em alternativas para o futuro, as ações devem ser pensadas de modo pragmático para o tempo presente. Nesse sentido, a escola é terreno fértil para o desenvolvimento da consciência dos jovens em relação ao cuidado consigo, com os outros e com a natureza.

Portanto, esta visão, sendo apresentada nos LD, fornece o embasamento científico e conceitual que contribui para que os docentes possam articular, com os estudantes, ações não só de estudo de conceitos científicos, mas também de atividades práticas no cotidiano da escola que fomentem hoje comportamentos futuros que irão contribuir com a sustentabilidade nas suas variadas dimensões.

CONCLUSÕES

Este trabalho possibilitou identificar o modo como o discurso da sustentabilidade aparece em livros didáticos de biologia do ensino médio e como esse discurso pode influenciar na formação socioambiental e sociocientífica dos jovens.

Nesse sentido, as três perspectivas identificadas contribuem para a formação dos estudantes de modo complementar. Entretanto, para que as diferentes visões sejam apropriadas pelos alunos, é necessário que os docentes variem o material didático utilizado em aula e busquem enriquecer as explicações com outros tipos de recursos. Somente assim poderão abordar a temática da sustentabilidade de modo alinhado às demandas da atualidade.

Para tanto, é fundamental que os professores tenham possibilidades formativas também diversificadas. Assim, se faz ímpar considerar a relevância de um olhar atento aos currículos dos cursos de formação inicial de professores de biologia, bem como para as oportunidades de formação continuada.

Portanto, em relação ao ensino de biologia, há a expectativa de que a escola contribua na construção de conhecimentos para a compreensão das questões contemporâneas como temas que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Nessa perspectiva, este estudo evidenciou que a escolha do livro didático tem impactos importantes na formação científica e no desenvolvimento das sensibilidades de professores e estudantes, no que diz respeito à sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

Abramovay, R. (2012). Desigualdades e limites deveriam estar no centro da Rio+20. *Estudos Avançados*, *26*(74), 21-33.

Almeida, F. (2007). *Os desafios da sustentabilidade: uma ruptura urgente.* Rio de Janeiro: Elsevier.

Barter, N., & Russell, S. (2012). Sustainable Development: 1987 to 2012 – Don't Be Naive, it's not about the Environment. In *11TH Australasian Conference on Social and Environmental Accounting Research (A-CSEAR)* (pp. 1-18). Wollongong: University of Wollongong.

Bizzo, N. (1996). Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. *Ciência Hoje, 21*(121), 26-35.

Boer, N. (2013). Educação ambiental: articulando a formação de professores de biologia. In R.I.C. Güllich & E.E.S. Hermel (Org.), *Ensino de Biologia: construindo caminhos formativos*. (pp. 273 -293). Curitiba: Appris.

Boer, N, & Scheid, N.M.J. (2018). Ecoformação e cidadadania ambiental: pelo direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. In D.F. Sarmento, J. Menegat & A.C. Wolkmer (Orgs.), *Educação em direitos Humanos: dos dispositivos legais às práticas educativas.* (pp. 67-77). Porto Alegre: CirKula.

Bogdan, R.C., & Biklen, S.K. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.

Cavalcanti, C. (2012). Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. *Estudos Avançados*, *26*(74), 35-50.

CMMA – Comissão Mundial do Meio Ambiente (1991). Nosso *futuro comum.* (2 ed.). Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

Edwards, B. (2008). *O guia básico para a sustentabilidade.* Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Fracalanza, H., & Megid Neto, J. (Orgs.) (2006). *O livro didático de ciências no Brasil*. Campinas: Komedi.

Gadotti, M. (2009). *Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável.* São Paulo: Instituto Paulo Freire.

Garré, B.H., & Henning, P.C. (2017). O discurso da crise ambiental na mídia impressa. *Educação em Revista, 33*, 1-20.

Höffling, E. M. (2006). A trajetória do Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação no Brasil. In J. Megid-Neto & H. Fracalanza (Orgs.), *O Livro Didático de Ciências no Brasil.* (pp. 19-31). Campinas: Komedi.

Lindenmaier, D.S., & Schetinger, M.R.C. (2019). As representações sociais de sustentabilidade nos livros didáticos de biologia para o Ensino Médio no PNLEM. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, 36*(1), 263 -286.

Lima, G.F.C. (2008) Educação, sustentabilidade e democracia: explicando a diversidade de projetos políticos-pedagógicos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente, 20*, 67-75.

Lopes, A.C. (2007). *Currículo e Epistemologia.* Ijuí: Editora Unijuí.

Moraes, R. & Galiazzi, M.C. (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Ed. Unijuí.

Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. *Ciência e Educação*, *9*(2), 191-211.

Megid-Neto, J., & Fracalanza, H. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, *9*(2),147-157.

Minayo, M.C.S. (org.) (2013). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. (33 ed.). Petrópolis: Vozes.

Nascimento, T. G., & Martins, I. (2009). Elementos composicionais do texto de genética no livro didático de ciências. *Alexandria, 2*(1) 3-25.

ONU (2015). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.* Retirado de https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/

ONU Brasil (n.d.). *A ONU e o meio ambiente.* Retirado de https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/

Pérez, L.F.M. & Lozano, D.L.P. (2013). *Discurso etico y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aporte para la formación del professorado*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Pozo, J.I., Crespo, M.Á.G. (2009). *A aprendizagem e ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. (5 ed.) Porto Alegre: Artmed.

Sachs, I. (2009). *Caminhos para o desenvolvimento sustentável.* Rio de Janeiro: Garamond.

Sachs, I. (2002). *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir* (2 ed.). São Paulo: Vértice.

Santos, W.L.P., & Carneiro, M.H.S. (2006). Livro didático de ciências: fonte de informação ou apostila de exercícios? *Contexto Educação*, *21*(76), 201-222.

Vasconcelos, S.D. & Souto, E. (2003). O Livro didático de ciências no Ensino Fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação, 9*(1), 93-104.

Vedana, M.S., & Souza, S.C. (2009). A relação entre o discurso científico e os níveis do saber na transposição didática. In E. Mortimer (coord.) *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências*. Retirado de http://docplayer.com.br/5910827

Xavier, M.C.F., Freire, A.S., & Moraes, M. O. (2006). A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. *Ciência & Educação*, *12*(3), 275-289.

ENSINAR E APRENDER BIOLOGIA EM PORTUGAL E NO BRASIL – O PAPEL DOS MAPAS DE CONCEITOS

Pedro Yan Ozório de Gouvêa[1], Mírian Quintão Assis[1], Pâmella Leite Sousa Assis[2], André Araújo de Meireles[2,] Abdy Augusto Silva[2], Isabel Abrantes[3,4], Betina Lopes [3,5]

[1]Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa (BRASIL)
[2]Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, (BRASIL)
[3]Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra (PORTUGAL)
[4]Centro de Ecologia Funcional, Universidade de Coimbra (PORTUGAL)
[5]Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores (CIDTFF) (PORTUGAL)
isabel.abrantes@uc.pt

Resumo

A elaboração de mapas de conceitos tem diversas aplicações no âmbito do ensino de Biologia. Neste estudo, após um breve enquadramento teórico, são apresentados cinco mapas de conceitos: (i) "Evolução biológica" (ii) "Membrana plasmática e obtenção de matéria", (iii) "Universalidade e variabilidade da molécula de DNA", (iv) "Reprodução sexuada" e (v) "Hormonas vegetais". Estes mapas foram elaborados no âmbito da unidade curricular Didática da Biologia II, do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade de Coimbra no ano letivo 2018-2019. Ao longo da unidade curricular, os estudantes, oriundos do Brasil no âmbito do Programa de Licenciaturas Internacional (PLI), selecionaram temas do ensino de Biologia, planearam, desenvolveram e construíram os respetivos recursos didáticos, incluindo mapas de conceitos. A realização deste trabalho permitiu estabelecer pontes entre os currículos do ensino de Biologia a nível pré-universitário entre Portugal e o Brasil e aprofundar conhecimentos de modo a constituírem uma base científica sólida e atualizada.

Palavras-chave: Mapa de Conceitos; ensino de Biologia; Formação de Professores; Modelos de Aprendizagem; Programa de Licenciaturas Internacionais (PLI).

INTRODUÇÃO

No ensino das Ciências, e em particular no ensino da Biologia, tem-se recorrido a diversos recursos visuais que auxiliem os estudantes na 'transformação de fragmentos de conhecimento' em 'significados pessoais de conhecimento' (Shambaugh, 1995). Um dos recursos visuais mais amplamente estudados, nomeadamente na área do ensino da Biologia, são os mapas de conceitos (Kinchin, 2000, 2001). Este recurso didático, teoricamente fundamentado na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, foi desenvolvido por David Novak (Novak & Gowin, 1984) e consiste, de forma genérica, na identificação de conceitos científicos em 'caixas de texto' e sua ligação através de setas. Cada conceito só pode surgir uma vez no mapa. Por sua vez, cada conceito pode estar ligado a muitos outros conceitos (Novak & Gowin,1984; Kinchin, 2000). Desta forma, os mapas de conceitos permitem evidenciar entendimentos (pessoais, isto é, de cada indivíduo) da relação entre conceitos científicos por meio de frases de ligação, estruturando-os de forma objetiva e sistematizada. É com base neste pressuposto que os mapas de conceitos têm vindo a ser utilizados com fins didáticos diferenciados, tais como revisão de conteúdos, avaliação das aprendizagens e identificação de conceções alternativas (Kinchin, 2000). Presentemente existem vários modelos para construir mapas de conceitos: aranha, fluxograma, hierárquico, mandala, multidimensional, sistemas e visualização em paisagem (Whiteley, 2005).

METODOLOGIA

Os mapas de conceitos que se apresentam e descrevem sinteticamente na secção seguinte foram elaborados por cinco estudantes a frequentar a unidade curricular Didática da Biologia II,

do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade de Coimbra no ano letivo 2018-2019.

No âmbito desta unidade curricular os estudantes:

(i) Analisaram os conteúdos de Biologia que constam do Programa da disciplina de Biologia e Geologia 10º e 11º anos do ensino secundário em Portugal (Mendes et al., 2003; Direção Geral da Educação, 2018) e selecionaram uma unidade temática que gostariam de trabalhar em profundidade, designadamente- "Hormonas vegetais", "Membrana plasmática & obtenção de matéria", "Reprodução sexuada", "Universalidade e variabilidade da molécula de DNA" e "Evolução biológica";
(ii) Para cada tema selecionado, cada estudante elaborou uma planificação a curto prazo (três aulas) e desenvolveu os respetivos recursos didáticos, incluindo um mapa de conceitos.

Segundo Kinchin (2001), apesar dos benefícios de os mapas de conceitos na aprendizagem dos estudantes estarem amplamente evidenciados, é recorrente encontrar resistência em alguns professores na sua utilização:

> Despite numerous research reports indicating the classroom benefits of concept mapping, my own experience indicates to me that biology teachers are not exploiting the benefits of concept mapping within their classrooms (…) This suggests there is a problem with classroom concept mapping that has not been explicitly addressed by the literature. (p. 1257).

No mesmo alinhamento de ideias, Hyerle, 1996 (p. 45) refere: *"If the teacher is more interested in ''correcting'' or editing ideas to fit a lesson, the whole point [of mapping] has been lost."*

No sentido de minimizar a problemática identificada pela literatura da especialidade, as docentes da unidade curricular desenvolveram uma sequência didática específica para a exploração dos mapas de conceitos com cinco fases distintas e que se descrevem de seguida.

(i) Fase 1- Apresentação e discussão dos pressupostos teóricos associados à elaboração dos mapas de conceitos em sala de aula de acordo com David Novak e partilha de estratégias diferenciadas de utilização dos mapas de conceitos por professores de Biologia em articulação com pressupostos associados aos modelos de aprendizagem socio-construtivistas (Lopes, 2013).

(ii) Fase 2- Revisão da literatura no âmbito da área de saber específica do tema selecionado (ex. Evolução) e elaboração de uma primeira proposta de listagem de conceitos-chave. Discussão interpares dessa mesma listagem e primeiro ciclo de validação com as docentes da unidade curricular.

(iii) Fase 3- Elaboração do primeiro esboço do mapa de conceitos por cada um dos estudantes e sua apresentação oral aos colegas e às duas docentes. Sessão de "brainstorming" para atualização, enriquecimento do mapa de conceitos.

(iv) Fase 4- Validação (científica) de cada mapa de conceitos por um especialista da área do saber específico, investigador na Universidade de Coimbra.

(v) Fase 5- Apresentação do mapa de conceitos no final da unidade curricular e sua integração na versão final no relatório escrito.

Por fim, salienta-se que estes mapas de conceitos foram elaborados por estudantes brasileiros do Programa de Licenciaturas Internacionais (PLI)[3]. Assim, a realização deste trabalho permitiu estabelecer pontes com a Base Nacional Comum Curricular (Ministério da Educação, 2017) e aprofundar conhecimentos de modo a constituírem uma base sólida e atualizada dos temas que se lecionam no ensino médio brasileiro, nomeadamente ao nível do 1º ano (Membrana plasmática e obtenção de matéria), 2º ano (Reprodução sexuada e Universalidade e variabilidade da molécula de DNA) e 3º ano (Hormonas vegetais e Evolução biológica).

[3] O Programa de Licenciaturas Internacionais (PLI) resultou de uma iniciativa da CAPES e da Universidade de Coimbra, que visa a melhoria do ensino dos cursos de licenciatura e a formação de professores. A partir de 2012, o Programa foi alargado a outras Instituições de Ensino Superior portuguesas. No ano letivo 2016/17 os contornos deste programa foram alterados, uma vez que já não se trata de um programa de dupla titulação, mas sim de um programa de mobilidade académica, reduzindo-se também o período de estudos de dois para um ano letivo. Para mais informação consultar: https://www.uc.pt/pli/sobre

RESULTADOS

Tal como referido anteriormente, os resultados deste estudo correspondem às versões finais dos cinco mapas de conceitos, que se constituem recursos didáticos cientificamente validados e com potencial para serem adaptados por qualquer professor do ensino pré-universitário de Biologia em Portugal e no Brasil, de acordo com os objetivos de aprendizagem pretendidos. Os respetivos mapas de conceitos finais, encontram-se reproduzidos no Anexo (Figs. 1-5), e podem ser descarregados no link público tinyurl.com/y5jtvgvz.

Segue-se uma breve descrição dos conteúdos nucleares de cada mapa de conceitos, assim como sugestões de leitura e/ou aplicação em estratégias futuras.

- "Evolução biológica" - Este mapa de conceitos explora as principais teorias científicas e hipóteses acerca da Evolução, nomeadamente Lamarckismo (teoria refutada), Fixismo (doutrina filosófica), Geração espontânea (teoria refutada), Criacionismo (hipótese de caráter religioso criacionista) (Andrade & Barbosa, 2013) e Darwinismo (teoria precursora do Neodarwinismo), Neodarwinismo (teoria aceite atualmente) (Silva, Gramaxo, Baldaia, & Félix, 2015). O foco neste trabalho foi explorar a diferença entre teoria e hipótese, com os alunos de Biologia, destacando-se a teoria científica que explica um evento de forma sistemática e coerente. Sistemática, porque se baseia num sistema, o método científico, do qual a hipótese é uma parte do método, e coerente porque se baseia em evidências, factos e provas que confirmam a veracidade da teoria. A hipótese pode ser refutada ou aceite no método científico. Para além disso, pretende-se que, com a exploração deste mapa, os alunos passem a ter uma atitude mais crítica.

- "Membrana plasmática e obtenção de matéria" - Este mapa de conceitos sistematiza ideias relacionadas com a temática membrana plasmática e obtenção de matéria pelos seres autotróficos e heterotróficos, tendo como objetivo associar a importância da membrana plasmática para a obtenção de matéria pelos seres heterotróficos. Desta forma, este mapa partiu do princípio de que todos os seres vivos possuem membrana plasmática como envoltório que delimita e mantém a integridade da célula, assegurando a troca de substâncias, de energia e informações entre os meios intra e extracelular (Silva et al., 2015). Com isso, pode-se explorar mecanismos de obtenção de matéria dos seres vivos, conhecer a estrutura da membrana plasmática e suas funções, em particular, a troca e transporte de substâncias entre o meio externo e interno das células via transportes mediados e não mediados, passivos, ativos, entre outros (Alberts et al., 2011, 2017).

- "Universalidade e variabilidade da molécula de DNA" - Este mapa de conceitos relaciona conceitos da biologia molecular de forma a apresentar as características de hereditariedade, universalidade e variabilidade da molécula de DNA e os processos relacionados a essas características. Um dos pontos chaves desse mapa é a apresentação de Rosalind Franklin pela sua descoberta a cerca da estrutura em dupla hélice do DNA (Klug, 1968) o que possibilitou um grande salto de conhecimento na história da ciência. Dessa forma, o mapa explora conceitos complexos relacionando-os entre si de forma a possibilitar uma aprendizagem integrada.

- "Reprodução sexuada" - Este mapa de conceitos objetiva analisar três assuntos fundamentais da diversidade de vida num contexto de reprodução sexuada: Meiose, Fecundação e Variabilidade genética. Os dois primeiros são explorados de maneira diferente, enquanto na meiose se explora com um caráter mais molecular e abstrato, na fecundação a abordagem é mais ecológica e concreta, verificando-se que existe uma sinergia dos aspetos moleculares e ambientais que aumentam a variabilidade genética. Essa forma de planear esta temática influenciou a maneira de explorar esse mapa de conceitos. A meiose e a fecundação são facilmente separadas em duas metades, na esquerda e direita respetivamente; sendo ligadas por um quarto assunto que é de muita relevância quando se fala de reprodução sexuada, os gâmetas. A variabilidade genética pode ser percebida em vários contextos e para ajudar sua visualização foi desenvolvido um mecanismo de linhas tracejadas que aponta para a presença da variabilidade. Além desse mecanismo, foram desenvolvidos outros (imagens e notas) para ajudar a esclarecer os conceitos. Assim, este mapa de conceitos além de desenvolver aspetos pedagógicos e científicos do professor também contribui para a aprendizagem dos estudantes.

- "Hormonas vegetais" - Este mapa de conceitos. que pode ser usado como apoio à análise e planeamento do currículo, pretende despertar o interesse do aluno, para depois entrar nos detalhes da fisiologia. Apresenta os principais processos que ocorrem nas plantas, através de

conceitos e, à medida que se vai desenvolvendo o mapa, o funcionamento desses processos e a relação destes com outros elementos vai sendo mostrada até chegar às hormonas responsáveis por estes. A influência de uma hormona (estímulo e inibição) no funcionamento de outras e de outros processos é também apresentada no mapa. Além disso, optou-se por utilizar um quadro-resumo que mostra o local de produção, por onde é feito o transporte, e dados sobre a descoberta da hormona. No final do mapa há uma imagem esquemática sobre o funcionamento das homonas a nível celular. A estrutura do mapa de conceitos segue o modelo comum utilizado em sala de aula, isto é, parte daquilo que pode ser visto pelas pessoas, para depois entrar nos detalhes moleculares e na dinâmica fisiológica que ocorre na planta. Após a apresentação dos processos, as fito-hormonas e os detalhes sobre elas são evidenciados.

CONCLUSÕES

A elaboração de mapas de conceitos possibilitou ir além do estudo teórico, pois permitiu colocar em prática os conhecimentos pessoais, tendo sido uma etapa fundamental para a formação dos estudantes enquanto futuros professores do ensino pré-universitário. De acordo com as experiências vivenciadas pelos estudantes brasileiros, em Portugal, o mapa de conceitos já é uma realidade enquanto prática na formação de professores, sendo também uma realidade nas salas de aula portuguesas uma vez que é um recurso utilizado em outros cursos de mestrado tal como o Mestrado em Ensino de Geografia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade de Coimbra.

Em síntese, o mapa de conceitos pode ser usado pelo docente na etapa de planeamento e, também, em contexto de sala de aula, na medida em que pode ser construído pelos próprios estudantes, o que permite a otimização do estudo. Trata-se de uma ferramenta fundamental para o ensino de ciências, área disciplinar que tem muitos conceitos e termos específicos. Além disso, e devido ao seu potencial didático, são um meio excelente de comunicação entre professores e estudantes de todas as faixas etárias. Neste sentido convidam-se os leitores deste texto a integrarem estes mapas de conceitos nas suas aulas de Biologia e, caso o desejem, entrar em contacto com os autores deste estudo para partilha de experiências e desenvolvimento de outros recursos didáticos.

No Brasil, o mapa de conceitos é, ainda, pouco utilizado pelos professores e estudantes, contudo apresenta-se como um método capaz de ser aplicado no contexto social brasileiro, já que este necessita de alternativas inovadoras e que requerem baixo custo, fugindo do tradicional quadro e giz que permeia a grande maioria das salas no país.

AGRADECIMENTOS

Os estudantes, e autores deste artigo, Abdy Augusto Silva, André Araújo de Meireles, Mírian Quintão Assis, Pâmella Leite Sousa Assis, Pedro Yan Ozório de Gouvêa manifestam a sua gratidão pela oportunidade que lhes foi dada através do programa PLI, financiado pela CAPES. Por último, gratificam as Professoras Ginia Bontempo da Universidade Federal de Viçosa, e Maria Teresa Silva Gonçalves do Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra, que deu apoio através de orientação personalizada ao longo desse processo.

As docentes da unidade curricular Didática da Biologia II agradecem aos Colegas, António Moreno, António Portugal, Joana Cardoso, Jorge Canhoto e Rui Ribeiro, a revisão científica dos mapas de conceitos elaborados pelos estudantes.

REFERÊNCIAS

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, K., & Walter, P. (2011). *Fundamentos da biologia celular.* Porto Alegre: Artmed.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, M., & Hunt, T. (2017). *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artmed.

Andrade, R.S., & Barbosa, W.V. (2013). Teoria do design inteligente: teoria científica ou discurso religioso? Apontamentos sobre uma controvérsia atual. *Horizonte*, *11*, 709-736.

Direção Geral da Educação (2018). *Aprendizagens essenciais de Biologia e Geologia 11º ano ensino secundário*. Lisboa, Portugal Retirado de https://tinyurl.com/vq7koku

Hyerle, D. (1996) *Visual tools for constructing knowledge*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Kinchin, I. (2000). Concept mapping in biology. *Journal of Biological Education*, *34*(2), 61-68. doi:10.1080/00219266.2000.9655687

Kinchin, I. (2001). If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education*, *23*(12), 1257-1269. doi:10.1080/09500690010025058

Klug, A. (1968). Rosalind Franklin and the discovery of the structure of DNA. *Nature*, *219*, 808–810.

Lopes, B. (2013). *Abordagens ao ensino e práticas de questionamento.* (Tese de Doutoramento não publicada, Universidade de Aveiro, Portugal). Retirado de https://tinyurl.com/tjrx2sl

Mendes, A., Rebelo, D., Pinheiro, E., Perdigão Silva, C., Amador. F., Baptista, J. F. P., & Cunha, J. A. M. (2003). *Programa de Biologia e Geologia 11.º ano. Curso Científico e Humanístico de Ciências e Tecnologias.* Lisboa, Portugal: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Ministério da Educação (2017). *Base nacional comum curricular-Educação é a base.* Retirado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

Novak, J.D., & Gowin, D.B. (1984). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Shambaugh, R.N. (1995). The cognitive potential of visual constructions. *Journal of visual literacy,* 15, 7-24.

Silva, A. D. S., Gramaxo, M. E. S. F., Baldaia, A. F. M. L., & Félix, M. J. (2015). *Terra, universo de vida*. *Biologia e Geologia, 11º ano, 1º parte*. Porto, Portugal*:* Porto Editora.

Whiteley, S. (2005). *Memletics® Concept Mapping Course*. Des Plaines, IL: Advanogy Publishing.

ANEXO

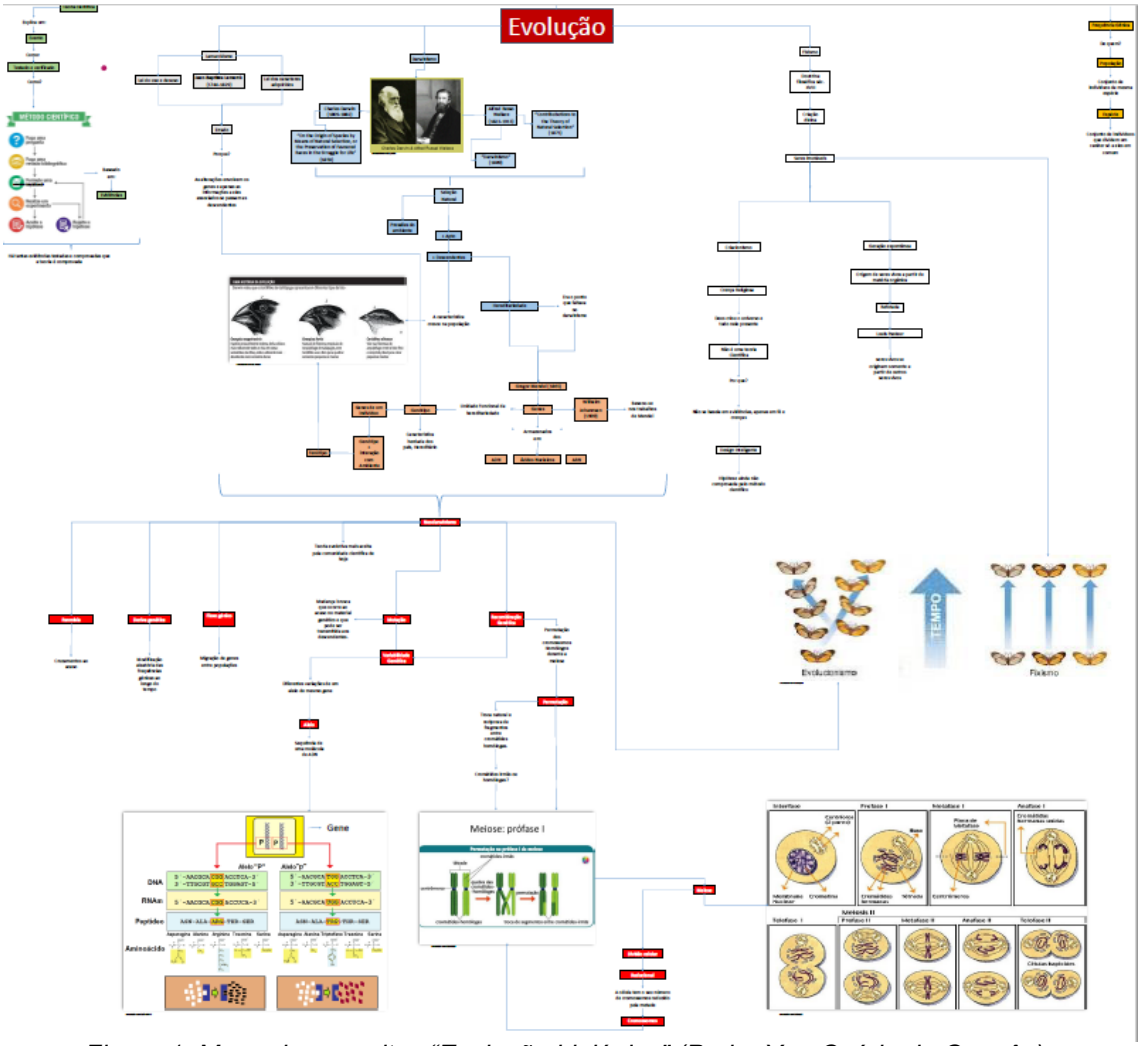
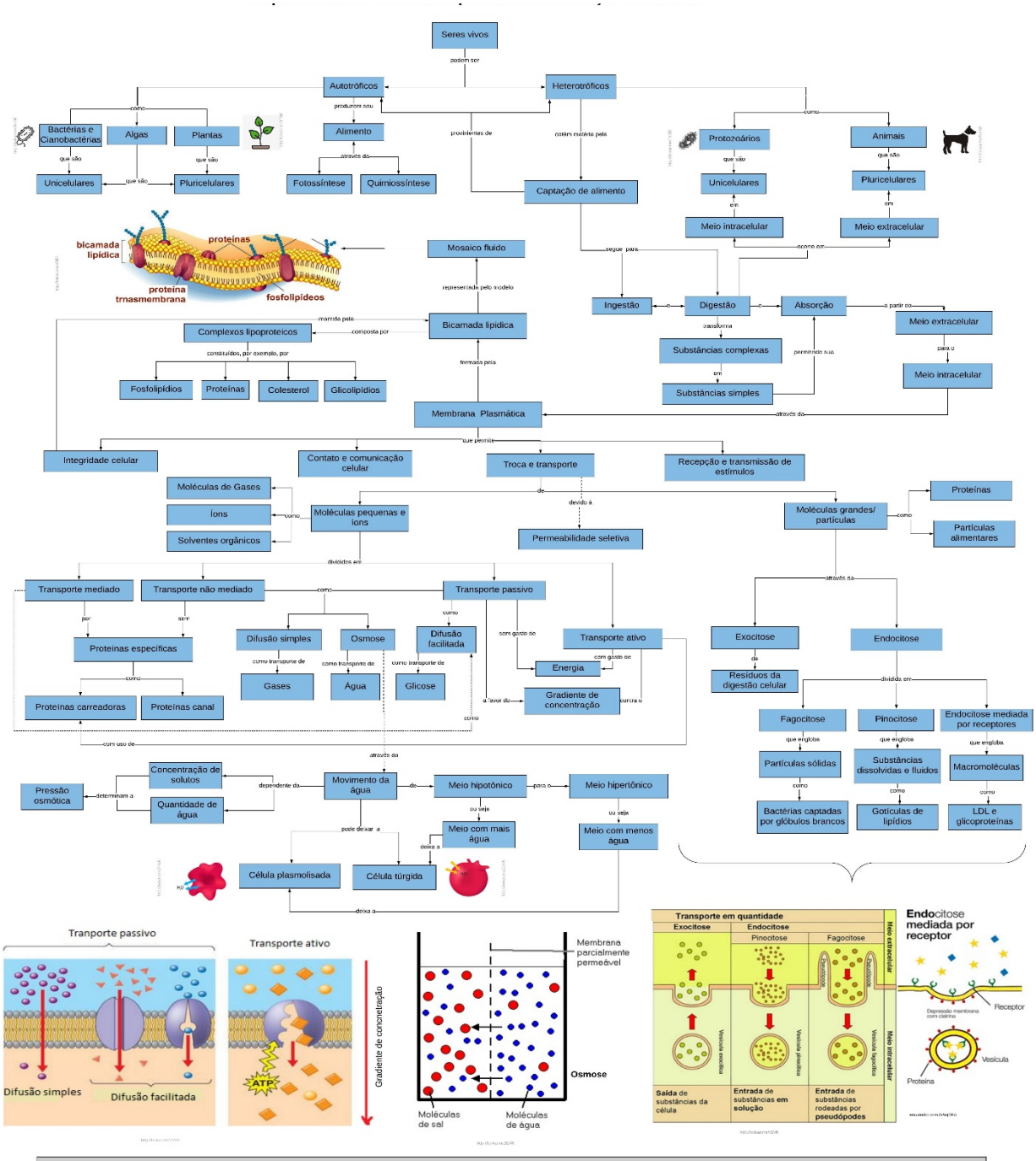


Figura 1. Mapa de conceitos "Evolução biológica" (Pedro Yan Ozório de Gouvêa).



Nota: Diagramas para ilustração dos transporte de membrana: Difusão simples, Difusão facilitada, Transporte ativo, Osmose, Exocitose, Endocitose (Pinocitose, Fagocitose e endocitose mediada por receptor)

Figura 2. Mapa de conceitos "Membrana plasmática e obtenção de matéria" (Mírian Quintão Assis).

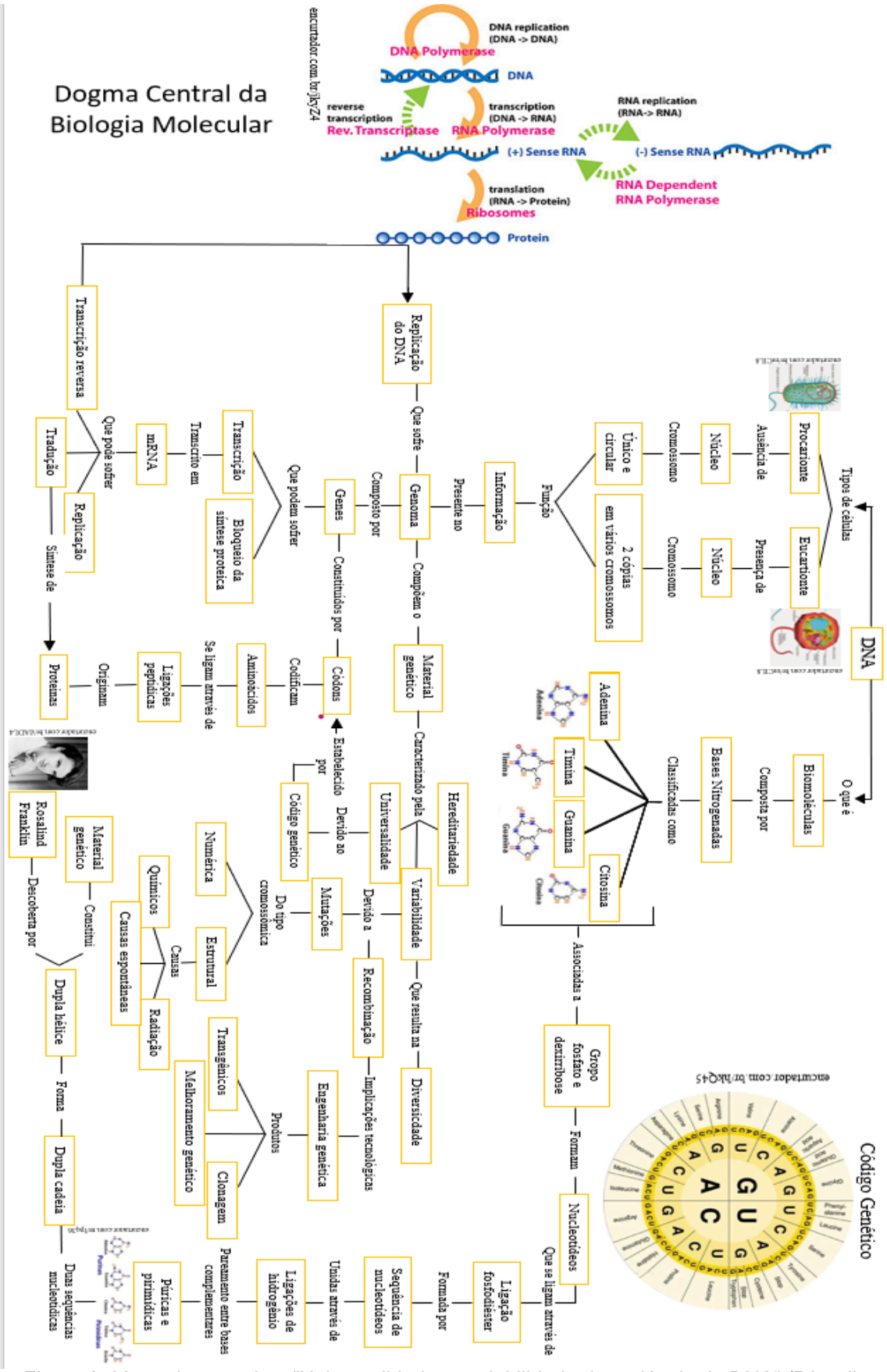


Figura 3. Mapa de conceitos "Universalidade e variabilidade da molécula de DNA" (Pâmella Leite Sousa Assis).

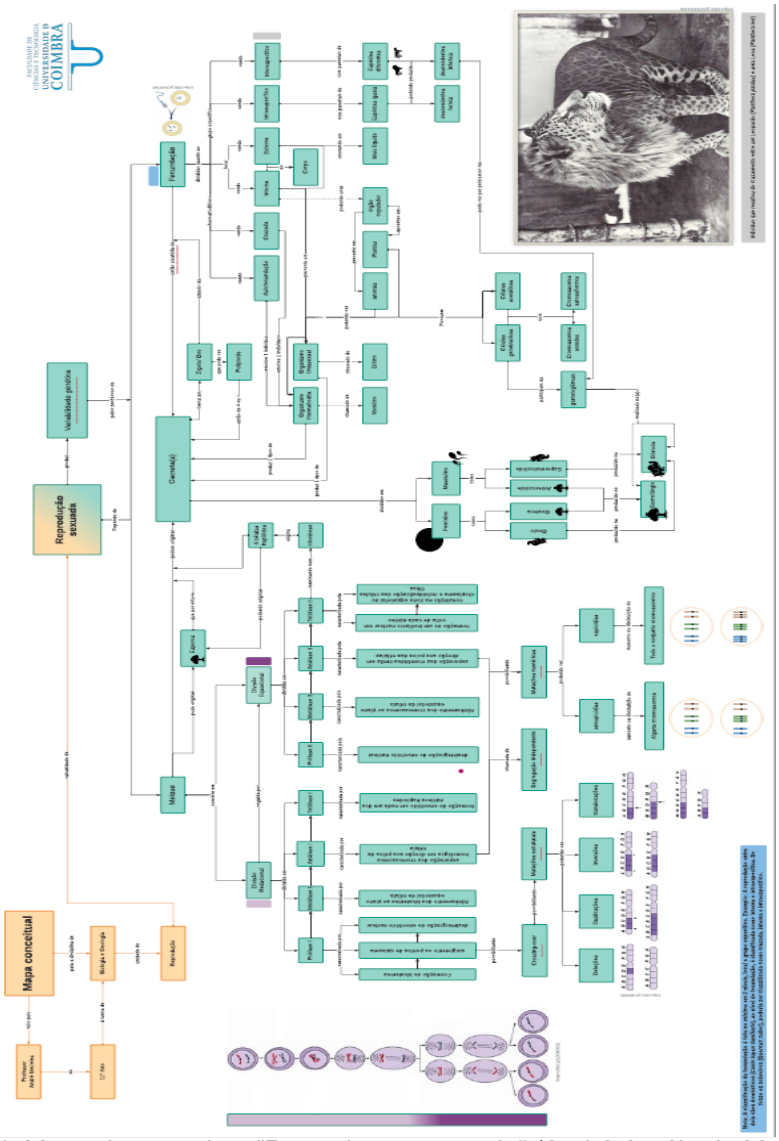


Figura 4. Mapa de conceitos "Reprodução sexuada" (André Araújo de Meireles).

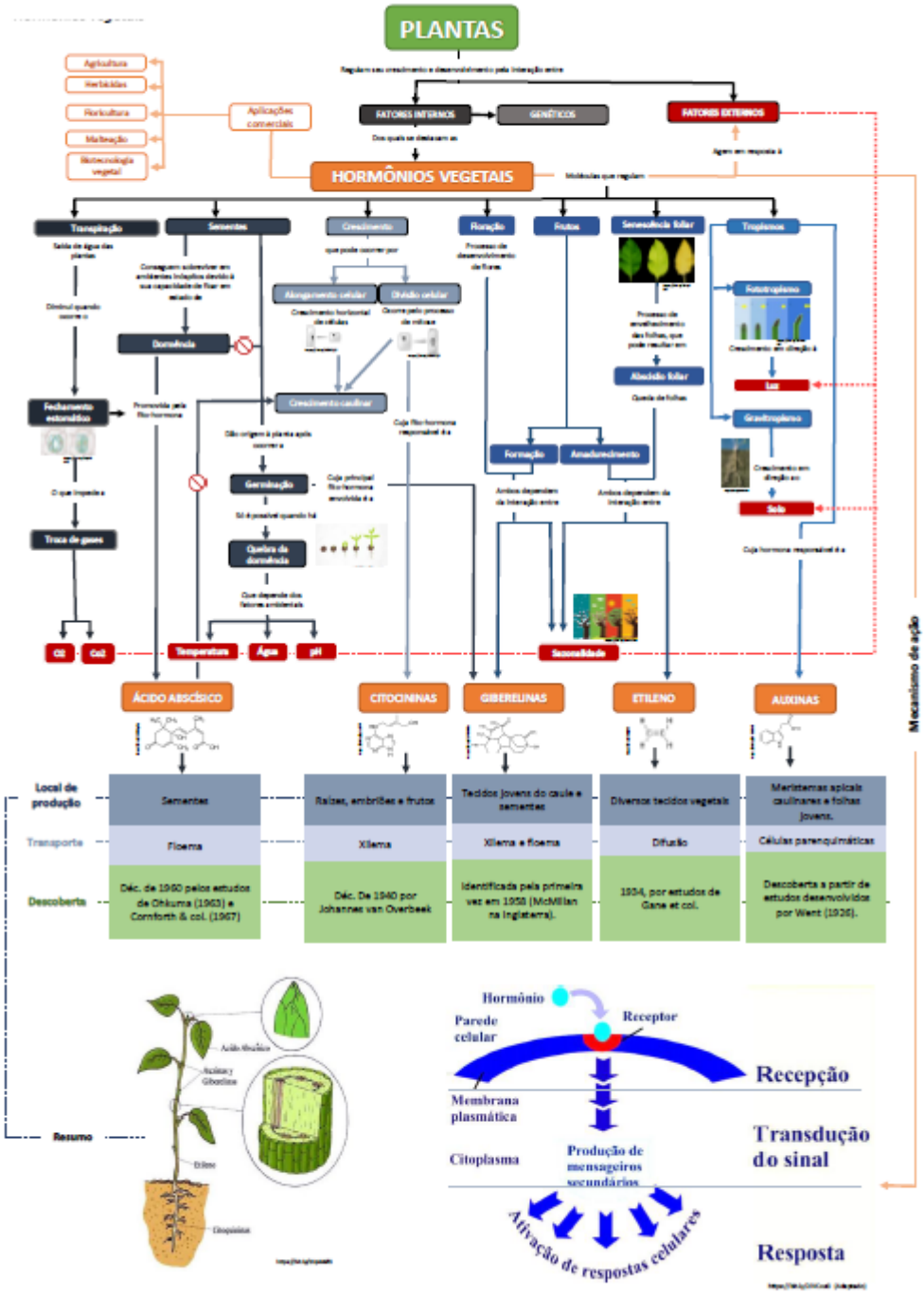


Figura 5. Mapa de conceitos "Hormonas vegetais" (Abdy Augusto Silva).

05. Educação em Ciências no Ensino Superior | Educación en Ciencias en la Enseñanza Superior | Science Education in Colleges and Universities

A ABRP E O QUESTIONAMENTO DE ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR

Tânia Pinto, António Guerner Dias, Clara Vasconcelos

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (PORTUGAL)
Instituto de Ciências da Terra, Pólo do Porto (PORTUGAL)
tfilipapinto@gmail.com

Resumo

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) constitui uma metodologia que facilmente, se pretendido, se enquadra no *Inquiry-Based Learning*. Utilizada com sucesso em diversos domínios educativos do panorama nacional e internacional, os cenários problemáticos são sempre o ponto de partida nesta metodologia. Estes baseiam-se em situações reais ou hipotéticas, mas sempre suportados na veracidade científica. Perante os cenários propostos, os estudantes, em trabalho de pares, formulam questões que norteiam posteriormente o processo cíclico de procura de soluções, sob orientação de um professor-tutor. Os problemas/trabalhos neste estudo inserem-se na temática da Geologia Ambiental. São de ordem complexa, articulam diversas áreas que refletem a interligação entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e têm múltiplas soluções possíveis, fruto da incerteza e imprevisibilidade inerentes aos próprios subsistemas terrestres. A capacidade de um estudante lidar com cenários hipotéticos e/ou reais, identificando factos e formulando questões requer um raciocínio muito elaborado em termos cognitivos. Esta situação pode ser um modo de aproximação a situações de múltiplas dimensões da vida de um futuro profissional, em relação ao qual o ensino superior se constitui como a última etapa de formação. Neste contexto, foi realizado um estudo com 34 estudantes do ensino superior, que teve por base a aplicação de um Programa de Intervenção, com enfoque na metodologia ABRP. Durante nove semanas, a intervenção decorreu na componente teórico-prática de duas turmas da Unidade Curricular de Geologia e Ambiente. No decurso das aulas foram explorados quatro cenários problemáticos envolvendo as seguintes temáticas: (1) risco vulcânico, com particular ênfase no caso da ilha do Corvo, nos Açores; (2) sismologia e previsão sísmica, tendo por referência o sismo que assolou Loma Prieta, nos EUA, em 1989 (3) abandono mineiro e dispersão de contaminantes em meio hídrico, tomando como exemplo a dispersão de elementos metálicos devido ao abandono da mina de Terramonte, Castelo de Paiva, e (4) a estabilidade das zonas de vertente, focando-se o caso do deslizamento de terras em Maierato, Itália, em 2010. O presente trabalho pretendeu, entre outros objetivos, averiguar se o potencial didático da metodologia ABRP contribui para o desenvolvimento de competências de questionamento mais complexas por parte dos estudantes. O método utilizado foi de natureza qualitativa e a técnica baseou-se na análise de conteúdo, envolvendo categorização das questões formuladas segundo o nível cognitivo atingido. Os resultados obtidos mostram um questionamento de nível cognitivo mais complexo à medida que se verificou uma maior familiarização com a metodologia ABRP. Assim, apesar de inicialmente serem elaboradas questões de reduzido nível cognitivo, os estudantes passaram a elaborar questões com nível cognitivo mais elevado, focando mais as causas e consequências dos fenómenos analisados, a perceção do peso dos diferentes condicionantes para a ocorrência desses fenómenos e, ainda, os procedimentos de investigação científica que avaliam a questão do risco. Problematizaram, também, a avaliação da vulnerabilidade à qual estão sujeitas as populações e a procura de soluções para melhorar as suas condições de segurança. Questionaram a capacidade da ciência e da tecnologia perante as situações ambientais em análise.

Palavras-chave: ABRP; Geologia e Ambiente; Ensino Superior; Cenários problemáticos; Questionamento.

INTRODUÇÃO

Os desafios permanentes com os quais o indivíduo é confrontado no seu quotidiano geram a necessidade de formular questões pertinentes e colocar hipóteses perante cenários reais, implicando um tipo de raciocínio multidimensional, que apela à mobilização de competências diversificadas. Na sociedade do conhecimento, à medida que o mundo se torna cada vez mais dependente da tecnologia, apenas indivíduos com competências para trabalhar de modo

colaborativo e autonomamente, com capacidade de resolução de problemas, terão sucesso (Ronis, 2008). O ensino superior assume particular relevância neste contexto, ao constituir-se como centro privilegiado de produção de conhecimento e, geralmente, como a última etapa de educação e formação antes do ingresso no mundo do trabalho qualificado. A Declaração de Bolonha preconizou um novo desenho curricular na formação universitária e implicou uma transformação das metodologias de ensino e aprendizagem (Ferreira, 2009). Deste modo, segundo Pereira e Marques (2014, p. 5927), "o ensino superior não pode ser mais realizado a partir da transmissão de conhecimentos, mas por meio da construção, coparticipação e da mediação entre docentes, discentes e a conjuntura social, política, económica e cultural". Ou seja, as instituições devem adaptar-se às novas correntes internacionais, que viram espelhadas na Declaração de Bolonha uma nova conceção de educação e formação dos jovens universitários. Acresce que o ensino das ciências deve promover competências de pensamento crítico para que futuros cidadãos possam enfrentar as mudanças, bem como participar ativamente numa sociedade democrática, na qual as decisões pessoais e políticas ligadas à ciência e à tecnologia envolvem, muitas vezes, interesses económicos e sociais (Tenreiro-Vieira, 2004). Saliente-se que o relatório da Comissão Europeia (2017) "*School development and excellent teaching for a great start in life*", defende que se a aprendizagem for articulada com experiências da vida real leva a melhores resultados. Neste sentido, no documento referido, a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é apontada como uma das metodologias que aumenta a motivação dos estudantes, ao colocar o indivíduo no seu contexto e oferecer oportunidades para o desenvolvimento de competências sociais, cívicas e de empreendedorismo. Assim, considera-se que a educação em ciência é mais eficaz quando interligada com desafios económicos, ambientais, sociais ou com a arte e *design*, demonstrando a sua relevância na vida quotidiana. Apesar de a ABRP ser utilizada há algumas décadas em muitas instituições internacionais de ensino superior, nomeadamente europeias, norte-americanas e australianas (Savery, 2006), ainda se constitui como uma metodologia relativamente recente em Portugal, cujos estudos pioneiros datam do início deste século, com os trabalhos de Gandra (2001) e Leite e Afonso (2001). Os cenários problemáticos são o ponto de partida da ABRP, baseiam-se em situações reais ou hipotéticas, mas devem ser sempre elaborados tendo em conta o interesse do estudante ou o contexto no qual este se insere, o que pressupõe, sob o ponto de vista epistemológico, que o estudante não é uma página em branco (Vasconcelos & Almeida, 2012). O foco do ensino passa pela criação de situações de aprendizagem em que o estudante possa aprender a aprender (Leite & Esteves, 2005), seguindo uma sequência de etapas interrelacionadas, durante as quais os alunos identificam assuntos ou temas de aprendizagem pertinentes, fazem questões relacionadas com estes assuntos e tomam as suas próprias decisões sobre as vias de investigação a realizar e o modo como hão de coligir e analisar esta informação (Chin & Chia, 2005; Dahlgren & Öberg, 2001). Caracteriza-se por um cunho fortemente sócio-construtivista, uma vez que deve ser utilizado o trabalho de pares, ocupando o professor (tutor) a função de mediador da aprendizagem, sendo atribuído ao aluno o papel de maior relevo neste processo. Numa primeira aproximação é apresentado aos estudantes um problema para que seja resolvido (MacKinnon, 1999; Schimdt & Moust, 2010), o que ser efetuado através de diversos recursos ou estratégias, como *powerpoint*, pequenas exposições, banda desenhada, documentários, entre outros. Durante o processo de cíclico da ABRP, na análise ao cenário problemático, geralmente em grupos de trabalho, os estudantes planeiam, coletam e sintetizam informação de múltiplas fontes e comunicam as suas ideias, procurando-se avaliar a sua capacidade de questionamento, de compreender e usar informação disponível, nomeadamente, a aplicação de conceitos científicos para construir e avaliar possíveis ações (McConnel, Parker & Eberhardt, 2017). Para os autores Pinto, Torres, Moutinho, Almeida e Vasconcelos (2015, p. 667), "o papel do questionamento é indubitável no desenvolvimento do raciocínio científico e de uma cidadania ativa alicerçada numa posição crítica e reflexiva". Contudo, geralmente em contexto escolar os estudantes não colocam questões de um modo espontâneo (Valtanen, 2014), apesar de se considerar que "cidadãos cientificamente literatos precisam ser capazes de resolver problemas e fazer questões sobre as várias dimensões do seu próprio ambiente" (Vilaça & Morgado, 2013, p. 112). Assim, a ABRP colmata esta lacuna, ao estabelecer a formulação das questões-problema como uma etapa inerente aos processos de ensino e aprendizagem.

Diversos estudos têm apontado vantagens da ABRP, como por exemplo: capacidade de integrar nova informação no conhecimento prévio (Capon & Kuhn, 2004); retenção do conhecimento por tempo mais prolongado (Dochy, Segers, Van den Bossche & Gijbels, 2003) e maior promoção da interação entre pares (Hays & Vincent, 2004). Meta-análises efetuadas mostram ganhos nas

atitudes (Demirel & Dağyar, 2016); reações positivas perante a metodologia (Albanese & Mittchell, 1993), mas nem sempre melhores classificações académicas (Gijbels, Dochy, Van den Bossche & Segers, 2005). Refira-se que os estudos sobre ABRP a nível nacional têm apontado para resultados positivos (Carvalho, 2009; Leibovitz, 2013; Vasconcelos, 2010); contudo, a investigação aplicada no domínio das Geociências no ensino superior ainda pode ser considerada escassa.

Tendo em consideração o acima exposto, foi delineado um Programa de Intervenção (PI), com enfoque na metodologia ABRP, para a componente teórico-prática da Unidade Curricular (UC) de Geologia e Ambiente (GA), na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), com o objetivo específico de apreciar o tipo de questionamento dos estudantes face aos cenários problemáticos de GA. O PI decorreu durante nove semanas, abrangendo um total de 34 estudantes, do 2º e 3º anos dos cursos de Ciências e Tecnologia do Ambiente, Geologia e Biologia.

METODOLOGIA

A metodologia de investigação utilizada neste estudo foi de natureza qualitativa, assente na análise de conteúdo das questões-problema elaboradas pelos estudantes, decorrentes dos diferentes cenários problemáticos explorados durante as aulas de GA. A categorização ou tipologia das questões foi previamente definida com base na resenha elaborada por Carvalho e Dourado (2009). Este procedimento permitiu inferir a relação entre os tipos e o grau de complexidade (baixo ou elevado nível cognitivo) das questões geradas pelos estudantes perante os cenários apresentados, assim como a sua evolução ao longo do PI.

Para a operacionalização do PI em análise, foram construídos quatro cenários, relativos à exploração de quatro trabalhos teórico-práticos da UC da FCUP, desenvolvidos de acordo com as seguintes temáticas: (1) risco vulcânico, com particular ênfase no caso da ilha do Corvo (Açores); (2) sismologia e previsão sísmica, tendo por referência o sismo que assolou Loma Prieta, na Califórnia, EUA, em 1989; (3) abandono mineiro e dispersão de contaminantes em meio hídrico, tomando como exemplo a dispersão de elementos metálicos devido ao abandono da mina de Terramonte, Castelo de Paiva e (4) a estabilidade das zonas de vertente, focando-se o caso do deslizamento de terras em Maierato, Itália, em 2010. Apesar de algumas variações no que diz respeito ao tipo de recursos educativos utilizados, optou-se por um denominador comum a todos os cenários: o fornecimento de uma ficha de monitorização a cada estudante, que serviu de orientação durante todo o processo de exploração do processo investigativo da ABRP, assim como a leitura do problema em voz alta para toda a turma (esta última opção prendeu-se com a maior rentabilização do tempo disponível, conforme Vasconcelos, 2010). A vertente pedagógico-didática teve por referência a estrutura das propostas de trabalho apresentadas na obra de Vasconcelos e Almeida (2012). Assim, a ficha de monitorização respeitante a cada um dos cenários, apresentava de modo consistente os seguintes itens: (1) tempo previsto, (2) objetivos, (3) conceitos a mobilizar, (4) descrição do cenário problemático, (5) lista de factos do problema apresentado, (6) o que o grupo precisa de saber (questões-problema), (7) planificação da investigação, (8) proposta de solução ou produto final, (9) fontes de dados e (10) uma nova situação de aplicação (face aos conhecimentos que seriam mobilizados durante o processo). As “questões-problema” ou “o que o grupo precisa de saber”, eram preenchidas após discussão, análise e reflexão no seio do grupo de trabalho, conforme os aspetos que os estudantes determinassem que era necessário investigar. Depois da elaboração das questões-problema, estas foram lidas à turma, pelo porta-voz de cada grupo, procedendo-se à eliminação de questões repetidas ou irrelevantes para o assunto em causa. De referir que as questões repetidas por diferentes grupos foram registadas uma única vez, pois apenas se pretendia realizar um estudo sob o ponto de vista qualitativo; por outro lado, as que foram consideradas marginais para o processo, foram respondidas de imediato pelo mediador, à semelhança do que recomendam Vasconcelos e Almeida (2012). Palma e Leite (2006) entendem que a formulação de questões (tanto a nível individual como em grupo) deve passar sempre pela discussão no grupo-turma, sob a orientação do professor, para que se decida em conjunto o que faz sentido dar ou não continuidade, conforme foi concretizado nas aulas de GA. Foi então elaborada uma súmula de todas as questões indicadas pelos estudantes, sendo estas projetadas em tempo real para a turma, por parte do professor tutor, utilizando um computador e um programa de escrita de texto.

Após esta triagem, todas as questões foram registadas pelo professor (tutor), utilizando o suporte digital, no momento da síntese em grupo. Algumas das estratégias de questionamento e metacognição sugeridas por Ronis (2008) foram usadas durante a implementação da metodologia ABRP, com o propósito de incentivar os alunos a refletirem de modo mais aprofundado, como por exemplo: leitura analítica (dividir um texto de forma crítica em "secções" mais diminutas para facilitar a interpretação); diálogo socrático (técnica de questionamento que ajuda os estudantes a chegarem às suas próprias conclusões) ou escrita estratégica (tipo de escrita que segue uma lógica precisa no sentido de um objetivo particular).

O procedimento fechado de categorização das questões-problema elaboradas pelos estudantes teve por referência modelos disponíveis na literatura da especialidade. Neste contexto, refira-se o trabalho de Dahlgren e Öberg (2001), plasmado num estudo qualitativo levado a efeito num curso sobre Ciências do Ambiente, ministrado de acordo com a metodologia ABRP, de dez semanas de duração, numa universidade sueca, que categorizou as questões formuladas pelos estudantes em cinco tipos: (1) enciclopédicas ("*encyclopaedic"*), (2) de compreensão ("*meaning-oriented*"), (3) relacionais ("*relational*"), (4) de avaliação ("*value-oriented*") e (5) de procura de solução ("*solution-oriented*"). Palma e Leite (2006) assim como Vilaça e Morgado (2013), sistematizaram a taxonomia de Dahlgren e Öberg (2001), definindo as características diferenciadoras das categorias mencionadas da seguinte forma: (1) questões cuja resposta é simples e direta, por vezes apenas afirmativa ou negativa, geralmente resultante de expressões interrogativas que procuram saber "o quê", "quem" ou "onde"; (2) questões cuja resposta envolve a procura de significado de conceitos de forma indireta e geralmente e são iniciadas por expressões como "por que razão…"; (3) questões que apelam à relação entre conceitos, como causas e consequências, lidando com várias dimensões e que incluem termos como "influência" ou "efeito"; (4) questões que implicam graus de comparação e critérios de avaliação no que se refere a "melhor" ou "pior" e (5) questões que suscitam a procura de soluções concretas para problemas complexos e abstratos, utilizando interrogações como "o que se pode fazer acerca de…" ou "como se pode alcançar…". Carvalho e Dourado (2009) desenvolveram uma resenha dos principais tipos de questões colocadas pelos estudantes, fazendo o cruzamento entre a nomenclatura usada por vários autores. Esta tabela constituiu a referência adotada para classificar as questões formuladas pelos estudantes na ficha de monitorização distribuída em cada um dos cenários. Note-se que apenas as questões enciclopédicas são consideradas de ordem inferior ou questões reprodutivas, no que concerne ao nível cognitivo atingido, enquanto as restantes se enquadram na categoria de "ordem superior ou questões produtivas".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O registo das questões-problema constituiu o ponto de partida para o estudo de natureza qualitativa, no qual se recorreu à técnica de análise de conteúdo, seguindo um procedimento fechado de categorização (Esteves, 2006), cujo resultado consta na tabela 1. Em todos os cenários elaboraram-se questões pertencentes a todas as categorias, à exceção do cenário 1 "Vulcanologia e prevenção do risco vulcânico" (que não desencadeou de procura de soluções) e do cenário 4 - "Estabilidade de zonas de vertente" (sobre o qual os estudantes não elaboraram questões de compreensão). Observou-se, igualmente, uma evolução positiva no cômputo de questões desde o primeiro até ao último cenário, havendo na globalidade um predomínio da categoria das questões produtivas ou de elevado nível cognitivo em detrimento das questões reprodutivas ou de reduzido nível cognitivo (representadas unicamente pela subcategoria das questões enciclopédicas). Em termos de análise das subcategorias, destacaram-se em primeiro lugar as questões de relação, seguidas das questões enciclopédicas, questões de avaliação, questões de aplicação, questões de compreensão e questões de procura de soluções.

No caso do cenário 1 – "Vulcanologia e prevenção do risco vulcânico", os estudantes formularam questões de natureza reprodutiva e produtiva, com particular ênfase para as questões enciclopédicas, consideradas de reduzido nível cognitivo. Esta maior incidência em questões desta natureza, que procuram inquirir, basicamente, factos ou informações, pode indiciar um domínio ainda incipiente do processo de ABRP. Relativamente às questões produtivas, destacaram-se as questões de avaliação. O cenário de vulcanologia e risco, cujo contexto colocou aos estudantes um problema hipotético relacionado com a instalação de uma Unidade de Saúde, sendo que a decisão a tomar quanto à sua localização era condicionada pela diminuição dos riscos decorrentes de uma eventual erupção vulcânica.

Tabela 1. Categorização das questões colocadas pelos estudantes face aos cenários problemáticos dos trabalhos teórico-práticos na UC de GA.

Nível cognitivo	Subcategorias	TP1 – Vulcanologia e prevenção do risco vulcânico	TP2 – Sismos – avaliação, previsão e prevenção	TP3 – Abandono mineiro e dispersão de contaminantes em meio hídrico	TP4 – Estabilidade das zonas de vertente
Questões reprodutivas/ Reduzido nível cognitivo	Questões enciclopédicas	O vulcão do Corvo é considerado ativo? Qual a história geológica do Corvo? Qual o enquadramento geotectónico do Corvo? Onde se situa a população mais próxima relativamente ao vulcão?	O que é a Teoria das Lacunas Sísmicas?	Quais são os elementos químicos que estão a poluir a Ribeira da Castanheira?	Quais são as causas dos movimentos de terreno?
Questões produtivas/Elevado nível cognitivo	Questões de compreensão	Como se elabora uma carta de risco vulcânico e quais os parâmetros necessários à sua construção?	Como determinar o epicentro de um sismo? Como determinar a magnitude de um sismo? Como analisar um sismograma? Qual o contributo da sismicidade histórica para a análise do risco sísmico? Por que razão Loma Prieta foi afetada por um sismo?	Por que razão a área da mina abandonada não foi intervencionada mais cedo? Por que razão a Ribeira da Castanheira apresenta uma coloração alaranjada? Como determinar o impacte dos diferentes elementos químicos na poluição ambiental?	Não se observa.
	Questões de relação	O que aumenta o risco vulcânico? O que influencia o tipo de vulcão?	Qual o risco para as populações que vivem próximo da falha de Santo André? Qual a relação entre a chegada das ondas P e S? Qual a relação entre a profundidade da origem de um sismo e a sua influência nos estragos causados? Em que medida a geologia do terreno influenciou a propagação das ondas sísmicas? Qual a relação entre o desenvolvimento do país e o tipo de prevenção que se faz?	Qual o impacte da poluição na fauna e flora da Ribeira da Castanheira? Quais as consequências para a saúde pública resultantes da poluição causada pela escombreira? Qual o impacto ao nível da biosfera decorrente da poluição causada pela escombreira? Quais as consequências deste tipo de poluição para a população envolvente?	Qual a influência da chuva ou de outras condições atmosféricas no caso dos movimentos de massa? Qual a influência do coberto vegetal na ocorrência dos movimentos de massa? Qual a influência do Homem nos movimentos de massa? Qual a influência do tipo de solo nos movimentos de massa? Quais os fatores que mais influenciam os movimentos do terreno e em que medida os influenciam? Quais são as consequências dos deslizamentos de terrenos? Qual o efeito do atrito nos movimentos de terrenos?
	Questões de avaliação	Será que a carta de risco vulcânico é o único meio de prevenção? Qual o melhor método minimizar os riscos para a população perante uma erupção vulcânica? Existe apenas um método de minimizar os riscos para a população perante uma erupção vulcânica?	Qual a importância de um simulacro para a redução do número de vítimas? A partir de que valor de probabilidade de rotura a população deve ser avisada?	Qual da poluição, no solo ou na água, será mais prejudicial para as populações envolventes? Quais são os elementos químicos mais preocupantes em termos de poluição? Qual o grau de poluição associado ao problema da contaminação da Ribeira da Castanheira?	Por que é que a água não tem sempre o mesmo efeito sobre as vertentes? O que tiveram em comum os terramotos de Lisboa e Andaluzia para provocar o deslizamento de terras em Granada? Até que ponto a quantidade de água, o tipo de litologia, o declive, a intervenção antrópica e os sismos influenciam os movimentos de massa?
	Questões de procura de soluções	Não se observa.	Como alertar corretamente a população para a ocorrência de um sismo sem gerar pânico? Como realizar um plano de prevenção sísmica que inclua a vulnerabilidade/perigosidade / exposição?	Que soluções existem para resolver o problema da contaminação causada pela poluição da Ribeira da Castanheira? Que utilização se pode dar à área após a reabilitação da mina? Como podem a Ciência e a Tecnologia contribuir para a eliminação de resíduos resultantes da exploração mineira?	Como desenvolver um sistema de alerta no caso dos movimentos de massa? Que medidas se podem tomar para melhorar as condições de segurança nas zonas de risco? Como proceder depois da ocorrência dos movimentos de massa? Que medidas poderiam ser tomadas para prevenir os movimentos de terreno?
Questões produtivas/Elevado nível cognitivo	Questões de aplicação	É possível prever uma erupção vulcânica?	Será que a ocorrência dos sismos é um fenómeno cíclico? Será que as medidas de prevenção são suficientes para sismos de grande magnitude?	Será que os solos também estão contaminados devido à poluição da Ribeira da Castanheira? Será que os sistemas naturais conseguem autoregenerar-se? Quanto tempo os sistemas naturais precisam para se autorregenerar? Será que há diferenças entre o padrão de dispersão dos elementos químicos poluentes?	Será que existem formas de prever os deslizamentos de terras? Será que os trabalhos laboratoriais podem reproduzir as condições reais/naturais? Como simular a influência de diferentes fatores na estabilidade das vertentes?

O vulcanismo constitui-se como um conteúdo programático transversal durante o percurso académico do estudante, o que pressupõe a existência de pontos âncora na exploração do cenário, permitindo estabelecer uma ponte entre o que o estudante sabe e o que necessita de saber. Em relação às questões, os estudantes focaram a atenção sobretudo em dois domínios: (1) o vulcão (história geológica e enquadramento geotectónico) e (2) os métodos para minimização do risco vulcânico de uma região, nomeadamente os parâmetros relacionados com a construção de uma carta de risco vulcânico.

No que concerne ao cenário 2, "Sismos – avaliação, previsão e prevenção", ao contrário do cenário 1 anteriormente descrito, sobressai a formulação de questões produtivas, observando-se uma diversificação neste domínio em todas as suas subcategorias, com exceção das questões de avaliação. No mesmo sentido, que diz respeito às questões enciclopédicas, verifica-se uma reduzida expressão, ao invés do cenário 1. De todas as subcategorias de questões, no domínio das questões produtivas, foram geradas sobretudo questões de compreensão e questões de relação. Os estudantes tiveram como principais pontos de questionamento aspetos relacionados com conceitos estruturantes da sismologia (como, por exemplo, a análise de sismogramas ou a determinação do epicentro de um sismo), tendo demonstrado também curiosidade no estabelecimento de relações entre fatores, que podem influenciar a ocorrência de um sismo e os seus efeitos nas populações e locais onde habitam. De destacar, ainda, neste cenário, a formulação de questões que denotavam um particular interesse face à possibilidade de minimização dos riscos sísmicos na proteção das populações, prevenção de danos em áreas habitadas e eventual capacidade de previsão real deste fenómeno da geodinâmica terrestre.

No que se refere ao cenário 3, "Abandono mineiro e dispersão de contaminantes em meio hídrico", há uma clara predominância de questões produtivas relativamente às questões reprodutivas. Na primeira categoria atrás referida, observa-se uma distribuição equivalente entre as questões de relação e as questões de procura de solução, sendo menos recorrentes as questões de compreensão, questões de avaliação e questões de aplicação. No que concerne ao conteúdo, enquanto nos cenários 1 e 2 os estudantes partiram dos exemplos concretos de ordem geográfica local e formularam questões de caráter geral e aplicáveis a qualquer situação que envolvesse os fenómenos de vulcanismo e sismos, no caso do presente cenário, uma parte das questões foi mais restritiva em termos de local geográfico, circunscrevendo-se à realidade específica da Ribeira da Castanheira. Deste modo, os grupos de estudantes apresentaram questões que se direcionaram, na sua maioria, para a componente química dos poluentes da escombreira a nível da Ribeira e o impacte provocado a nível da fauna e flora, assim como na população envolvente. As soluções que poderiam ser propostas para mitigar ou minimizar os efeitos da poluição em cursos de água e ambiente envolvente, provocados pela atividade mineira ou após o seu abandono, também constituíram pontos de interesse de inquirição por parte dos estudantes.

No caso do cenário 4 "Estabilidade das zonas de vertente" verifica-se um elevado predomínio de questões de relação comparativamente aos restantes tipos de perguntas, notando-se que as questões enciclopédicas são residuais e as de compreensão não se encontram representadas. Ou seja, as questões de elevado nível cognitivo, isto é, que implicam capacidades mais complexas, continuam a destacar-se no panorama geral do cenário em análise. Assim, os estudantes direcionaram-se sobretudo para a indagação da influência de diferentes fatores nos movimentos de massa em geral e suas consequências. À semelhança dos cenários anteriores, os participantes também tiveram como alvo da sua atenção para a investigação subsequente, o modo como as populações se poderiam proteger destes eventos e qual o papel que a Ciência e a Tecnologia poderiam desempenhar na possibilidade de previsão e alerta das populações.

Considerando os tipos de questões formulados pelos estudantes durante o PI, foi possível observar, uma complexidade crescente na sua elaboração, desde o primeiro ao último cenário. Assim sendo, enquanto no cenário 1 se destacaram as questões enciclopédicas, estas deixaram de ter expressão assinalável nos restantes cenários (2 a 4). Os estudantes passaram a focar-se mais nas causas e consequências dos fenómenos analisados, na perceção do peso dos diferentes condicionalismos para a ocorrência desses fenómenos e ainda nos procedimentos de investigação científicos que avaliam a questão do risco. Problematizaram a avaliação da vulnerabilidade à qual estão sujeitas as populações, o que implica, consequentemente, a procura de soluções para melhorar as condições de segurança das populações e a aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos no desenvolvimento de meios de alerta e previsão

destes fenómenos, questionando a capacidade da Ciência e da Tecnologia perante as situações em análise.

Do exposto e no que concerne à primeira fase do presente estudo, os resultados vão ao encontro de outras investigações que foram desenvolvidas a nível nacional e internacional. À semelhança do estudo de Pinto e colaboradores (2015), as questões enciclopédicas foram as que os estudantes mais apontaram quando confrontados pela primeira vez com um cenário (identificado no presente estudo como cenário 1) utilizando a metodologia ABRP e aplicado em contexto de sala de aula. Talvez pelas mesmas razões que as autoras do estudo evocaram, o facto de se tratar de uma primeira aproximação a uma metodologia de ensino e aprendizagem com a qual os estudantes ainda não se sentiam familiarizados, explique a formulação em grande parte questões de índole reprodutiva (enciclopédicas). Segundo Dahlgren e Öberg (2001), formular apenas questões enciclopédicas pode ser sinónimo de uma abordagem superficial, procurando somente o significado lexical de uma palavra ou conceito, enquanto o uso de outras tipologias de questões geralmente signifique uma abordagem mais profunda à aprendizagem. De sublinhar que, ao contrário do que sucedeu com o primeiro estudo anteriormente citado, perante este primeiro cenário, os estudantes de GA foram capazes de elencar questões de elevado nível cognitivo (como as de relação, de compreensão, avaliação e de aplicação, ainda que com pouca expressão). Todavia, verificou-se que este tipo de questões de elevado nível cognitivo adquire proeminência no cenário 2 – "Sismos – avaliação, previsão e prevenção", observando-se concomitantemente a sua diversificação de tipologia. No caso do estudo de Pinto e colaboradores (2015), a confrontação com o segundo cenário levou à formulação de questões de todo o tipo de categorias (ainda que se apurasse na mesma um predomínio das questões enciclopédicas e de compreensão); refira-se, a este propósito, que os alunos abrangidos tinham sido contemplados anteriormente com uma aula especial que teve o objetivo específico de os ensinar a questionar. Particularizando, no âmbito do presente trabalho, tratando-se de estudantes do ensino superior, a tendência verificada de diversificação de questões face ao segundo cenário pode, eventualmente, ter sido o resultado de vários fatores conjugados, tanto inerentes aos próprios estudantes, como à forma de construção do cenário problemático apresentado (tema, contextualização, complexidade, entre outros). Deste modo, o facto de os estudantes já se encontrarem mais familiarizados com o próprio grupo de trabalho e com a metodologia ABRP, poderá ter favorecido uma melhor gestão do tempo disponível para elaboração das questões. Por outro lado, sob o ponto de vista motivacional, o cenário recorre a estímulos que eventualmente terão desencadeado um maior interesse por parte dos estudantes: enquanto o primeiro cenário (1) tenta envolver o estudante através de uma situação num futuro profissional imaginário, colocando-o num papel central para a sua resolução, o cenário em análise (2) foi introduzido através do visionamento de um pequeno documentário referente a uma situação real (sismo de Loma Prieta, em 1989), seguido da leitura de um diálogo fictício entre dois estudantes da FCUP sobre o assunto, nomeadamente no que se refere à previsão sísmica, para a qual a ciência ainda não possui resposta definitiva. Para Pinto e colaboradores (2015), a própria construção dos cenários problemáticos pode constituir-se como promotor de questões produtivas. Neste caso, os estudantes acabaram por formular mais questões de compreensão, de relação e de procura de solução, evidenciando uma maior facilidade de problematização de nível cognitivo superior comparativamente ao cenário previamente apontado (1).

Se nos reportarmos ao cenário 3, uma parte das questões formuladas pelos estudantes referiu em termos geográficos a Ribeira da Castanheira, ao contrário do que aconteceu nos cenários restantes, nos quais as questões dos estudantes não foram tão específicas relativamente a situações concretas no espaço e tempo. Para além disso, o cenário tinha por base a exploração de uma notícia real extraída de um jornal de circulação diária, apesar de enquadrada numa narrativa construída para esse efeito. Foi assim criada uma situação hipotética de tensão que teria de ser resolvida pelo protagonista, através de uma intervenção cívica junto das entidades competentes. Ou seja, se atendermos a Dahlgren e Öberg (2001), um cenário frutífero pode ter como motivação a sua complexidade, mas também a capacidade de provocação ou, até, a de gerar um envolvimento emocional devido, por exemplo, a alguma situação de tensão. Nesta linha, Felder e Brent (2004b) defendem que uma das condições conhecidas que promovem uma abordagem profunda à aprendizagem por parte do aluno é o reconhecimento da sua relevância, por exemplo, em termos de preocupações ou interesses. Assim, talvez se possam aplicar estas linhas de pensamento ao cenário 3, por fazer referência à poluição da Ribeira da Castanheira e esta ser um afluente do rio Douro, representando, desse ponto de vista, um contexto mais próximo dos estudantes. Logo, as questões em si mesmas acabaram por refletir a preocupação

com esta proximidade, o que se traduziu na formulação de questões focadas nas causas e consequências do fenómeno relativamente ao ecossistema e às populações implicadas no problema.

O cenário 4 mantém a tendência de formulação de um maior número de questões produtivas comparativamente às reprodutivas, tal como no caso dos cenários 2 e 3, observando-se um grande enfoque nas questões de relação face aos restantes cenários. É de realçar que esta situação problemática implicava a planificação e a execução de atividades experimentais tendo por referência a simulação de diferentes condições para a ocorrência dos movimentos de massa. Esta orientação no problema terá provavelmente condicionado o tipo de questões formulado pelos estudantes, que acabaram por endereçar o seu foco de interesse para relações de causa-efeito entre os fatores que influenciam o deslizamento das vertentes e suas consequências, refletindo um raciocínio hipotético-dedutivo de natureza experimental. Os procedimentos a adotar tendo em conta a vulnerabilidade das populações e como desenvolver sistemas de alerta face ao risco, foram outras das questões colocadas pelos estudantes, que pressupõem soluções mais criativas, apesar de nem sempre concordantes.

A confrontação com os quatro cenários da UC de GA também revelou uma apetência dos estudantes para se focarem sobretudo na componente escrita dos mesmos, à semelhança do que Dahlgren e Öberg (2001) tinham apurado no seu estudo, no âmbito das ciências ambientais, com a duração de dez semanas, apesar de, neste caso, os cenários terem estruturas bastante distintas uns dos outros.

Importa referir ainda que, no que concerne à categorização das questões formuladas pelos estudantes submetidos ao PI, foi possível observar uma complexidade crescente na sua elaboração, tendo-se notado que apenas no cenário 1 se destacaram as questões enciclopédicas. Dourado e Leite (2010) apontam que, no processo da ABRP, as questões enciclopédicas não se constituem como problemas, atribuindo maior importância às de avaliação e de procura de solução. Relativamente ao questionamento, em termos globais, dos cenários utilizados na ABRP, Torres, Preto e Vasconcelos (2013) esclarecem que as questões de elevado nível cognitivo são mais significativas em termos de aprendizagem. Podemos assim afirmar que se verifica esta tendência no presente trabalho, o que se coaduna com a metodologia da ABRP.

Contudo, refira-se a este propósito de análise, que nem todos os estudos empíricos são consensuais. O trabalho de Torres e colaboradores (2013) demonstra uma grande preponderância para a formulação de questões enciclopédicas nos três cenários aplicados ao longo do estudo realizado pelas autoras, com alunos do ensino secundário. Também no estudo desenvolvido por Carvalho e Dourado (2009), os alunos do terceiro ciclo do ensino básico formularam sobretudo questões do tipo enciclopédico, distribuindo-se as outras pelas subcategorias de compreensão, comparação e relação. A resenha efetuada por Vilaça e Morgado (2013, p. 125), aponta no mesmo sentido, afirmando que “tanto os alunos, como os professores, formulam bastantes questões, mas de baixo nível cognitivo, e que se centram demasiado nos conceitos académicos”. Todavia, a nível do ensino superior, o estudo realizado por Amado (2015), evidenciou a formulação de questões variadas, com um claro domínio de questões de ordem superior ou produtivas (relação, avaliação e de procura de soluções), o que também se verifica de forma global nesta investigação, dirigida a estudantes universitários. Palma e Leite (2006) sustentam a relevância da formulação de questões de nível cognitivo elevado em detrimento das questões enciclopédicas, que terão pouca utilidade quando a metodologia ABRP é aplicada. Estas autoras afirmam, inclusivamente que as questões relevantes na ABRP são as de natureza investigativa, que devem exigir, pelo menos, a compreensão, o que nos parece igualmente indicador de uma maior complexidade de raciocínio e que vai ao encontro dos resultados qualitativos obtidos neste estudo.

Deste modo, partilhamos a perspetiva de Torres e colaboradores (2013) que consideram ser importante criar condições para que os estudantes se sintam à vontade no processo de elaboração de questões e que, no estudo de uma área disciplinar, se devam diversificar cenários para favorecer o processo de questionamento, pois os estudantes reagem de modos diferentes devido a fatores variados. Parece-nos igualmente relevante o papel desempenhado pelo grupo de trabalho neste processo, uma vez que o estudo de Oliveira (2008), concluiu que a elaboração de questões em grupo favoreceu uma maior complexidade de formulação das questões, em detrimento do enunciação realizado individualmente. Assim, provavelmente os grupos de trabalho criam condições mais favoráveis ao processo criativo de elaboração de questões, o que subjaz ao preconizado pela metodologia ABRP.

Uma das estratégias apontada por Pinto e colaboradores (2015) para colmatar dificuldades de questionamento passa por "ensinar explicitamente os alunos a questionar (…) sensibilizando-os para a importância do questionamento na resolução de problemas, assim como com as metodologias de ensino problematizantes" (p.677). De facto, segundo Valtanen (2014, p. 29), "*Question-asking is essential for being, knowing and learning*" e, no que concerne à aprendizagem das ciências, o questionamento contribui, entre outros aspetos, para impulsionar a construção do conhecimento (Chin & Osborne, 2008).

CONCLUSÕES

A implementação do PI pressupôs a exploração de quatro cenários problemáticos recorrendo à metodologia ABRP, enquadrados segundo os temas dos trabalhos teórico-práticos da UC de GA. O estudo qualitativo debruçou-se sobre as questões elaboradas pelos estudantes, com a respetiva categorização a partir da literatura de referência na matéria; sendo que os resultados neste âmbito apontaram, de um modo global, para uma evolução no sentido de uma maior complexificação na sua construção, isto é, para a predominância de questões de elevado nível cognitivo relativamente às de reduzido nível cognitivo, à medida que decorreu uma maior familiarização com os procedimentos cognitivos inerentes à metodologia ABRP. Assim, estes focaram-se em questões de reduzido nível cognitivo no cenário 1, correspondente ao início do PI, tendo elaborado sobretudo questões de elevado nível cognitivo, ou de ordem superior, nos restantes cenários (2 a 4). Verificou-se, ainda, que o reconhecimento de contextos abordados nos cenários problemáticos, como por exemplo, uma maior proximidade geográfica, poderia refletir-se numa maior especificidade das questões propostas. A confrontação com os quatro cenários da UC de GA também revelou uma apetência dos estudantes para se concentrarem, maioritariamente, na análise da componente escrita dos mesmos, apesar de terem sido visionados vídeos como complemento aos cenários 2 e 4. Numa perspetiva transversal, o questionamento dos estudantes evidenciou modos de pensar que foram para além daquilo que é considerado básico, ou seja, cuja resposta é praticamente imediata e demonstrou motivação para questões com um maior grau de desafio em termos investigativos. Deste modo, foram questionadas as causas e consequências dos fenómenos analisados, o peso dos diferentes condicionantes para a ocorrência desses fenómenos, procedimentos de investigação científica que avaliavam a questão do risco, a avaliação da vulnerabilidade à qual estão sujeitas as populações e a procura de soluções para melhorar as suas condições de segurança, bem como a capacidade da ciência e da tecnologia perante as situações ambientais em análise.

Como limitações do presente estudo pode apontar-se que, para a generalidade dos participantes do grupo experimental, a ABRP constituiu uma nova metodologia, com a qual não se encontravam familiarizados, pelo que a previsão da duração do PI talvez devesse ter sido mais alongada, de modo a evitar constrangimentos relacionados com o tempo.

As conclusões deste estudo parecem apontar para indícios suficientes que permitem encarar a ABRP como uma metodologia capaz de enriquecer o ensino superior e trazer ganhos a vários níveis em estudantes jovens, do primeiro ciclo de estudos, na área de GA. A linha de investigação aqui apresentada constitui um desafio ao qual pode ser dada continuidade, num panorama educativo pós-Bolonha, segundo vias de investigação que:

(1) invistam na aplicação de estudos alargados a outros temas e áreas científicas distintas da GA, no âmbito das quais poderão ser desenvolvidos mais cenários problemáticos, permitindo a sua validação em diferentes contextos;

(2) avaliem as potencialidades da metodologia ABRP noutras dimensões como, por exemplo, os tipos de interações entre os estudantes em contexto colaborativo ou o impacto do questionamento a nível individual no sucesso académico do estudante.

REFERÊNCIAS

Albanese, M., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: a review of the literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine, 68*(1), 52-81. doi:10.1097/00001888-199301000-00012

Capon, N., & Kuhn, D. (2004). What's So Good About Problem-Based Learning?. *Cognition And Instruction*, *22*(1), 61-79. doi:10.1207/s1532690xci2201_3

Carvalho, C. (2009). *O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano de escolaridade, centrado no Sistema Digestivo*. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho). Retirado de http://repositorium.sdum.uminho.pt /handle/1822/9792

Carvalho, C., & Dourado, L. (2009). A formulação de questões a partir de cenários problemáticos: um estudo com alunos de Ciências Naturais do 3º ciclo do Ensino Básico português. In *Atas do Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp. 2615-2628). Braga: Universidade do Minho.

Chin, C., & Chia, L. (2005). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Science Education*, *90*(1), 44-67. doi:10.1002/sce.20097

Comissão Europeia (2017). *School development and excellent teaching for a great start in life*. Retirado de https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/school-com-2017-248_en.pdf

Dahlgren, M., & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, *41*(3), 263-282. doi:10.1023/a:1004138810465

Demirel, M., & Dağyar, M. (2016). Effects of Problem-Based Learning on Attitude: A Meta-analysis Study. *Eurasia Journal Of Mathematics, Science & Technology Education*, *12*(8). doi:10.12973/eurasia.2016.1293a

Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning And Instruction*, *13*(5), 533-568. doi:10.1016/s0959-4752(02)00025-7

Esteves, M. (2006). Análise de conteúdo. In J. Lima & J. Pacheco (Orgs), *Fazer Investigação. Contributos para a elaboração de dissertações e teses*. (pp. 105-126). Porto: Porto Editora.

Ferreira, M. (2009). O Professor do Ensino Superior na Era da Globalização. *Revista Iberoamericana de Educación*, *50*(5), 1-10. Retirado de https://rieoei.org/RIE/article/view/1908

Gandra, P. (2001). *A aprendizagem da Física baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade na área temática "Transportes e Segurança"*. (Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade do Minho, Braga, Portugal).

Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of Problem-Based Learning: A Meta-Analysis From the Angle of Assessment. *Review of Educational Research*, *75*(1), 27-61. doi:10.3102/00346543075001027

Hays, J. R., & Vincent, J. P. (2004). Students' Evaluation of Problem-Based Learning in Graduate Psychology Courses. *Teaching of Psychology*, *31*(2), 124-127.

Leibovitz, L. (2013). A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas Online: um estudo com alunos do 7º ano no tema Dinâmica Interna da Terra. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho). Retirado de http://hdl.handle.net/1822/28681

Leite, L., & Afonso, A. (2001). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: características, organização e supervisão. *Boletín das Ciencias, 48*, 253-260.

Leite, L., & Esteves, E. (2005). Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In B. Silva, & L. Almeida (Eds.) *Atas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia*. Braga: Centro de Investigação em Educação do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.

MacKinnon, M. (1999). CORE Elements of Student Motivation in Problem-Based Learning. *New Directions for Teaching and Learning, 78*, 49-58. doi:10.1002/tl.7805

McConnel, T., Parker, J., & Eberhardt, J. (2017). *Problem-Based Learning in the Earth and Space science classroom, k-12*. Arlington, VA.: National Science Teachers

Palma, C., & Leite, L. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. In *Atas do International Conference PBL 2006 ABP*. Lima: Pontíficia Universidad Católica del Perú.

Pereira, E., & Marques, T. (2014). Trabalho Docente no Ensino Superior: o uso de técnicas e dinâmicas no processo de ensino-aprendizagem. In A. Lopes, M. Cavalcante, D. Oliveira & A. Hypólito (Orgs.) *Trabalho Docente e Formação: Políticas, Práticas e Investigação: Pontes para a mudança* (pp. 5926-5937). Porto: CIIE - Centro de Investigação e Intervenção Educativas. Retirado de https://tinyurl.com/r8ohlo5

Pinto, R., Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2015). Promover o questionamento junto de alunos de Ciências do Ensino Básico. *Interacções, 11*(39), 667-679. doi:10.25755/int.8767

Savery, J. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1*(1). doi:10.7771/1541-5015.1002

Schmidt, H., & Moust, J. (1995). What makes a tutor effective? A structural-equation modelling approach to learning in problem-based curricula. *Academic Medicine*, *70*(8), 708-714. doi:10.1097/00001888-199508000-00015

Tenreiro-Vieira, C. (2004). Formação em pensamento crítico de professores de ciências: impacte nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3*(3), 228-256.

Torres, J., Preto, C. & Vasconcelos, C. (2013). Problem-based Learning environmental scenarios: an analysis of Science students and teachers questioning. Journal Science of Education, *14*(2), 71-74.

Valtanen, J. (2014). Question-Asking Patterns during Problem-Based Learning Tutorials: Formal Functional Roles. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education, 2*(1), 29-44. doi:10.5278/ojs.jpblhe.v2i1.1007

Vasconcelos, C. (2010). Teaching Environmental Education through PBL: Evaluation of a Teaching Intervention Program. *Research in Science Education, 42*(2), 219-232. doi:10.1007/s11165-010-9192-3

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências – Propostas de Trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto: Porto Editora.

Vilaça, T., & Morgado, S. (2013). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e materiais didáticos. In *Atas do Encontro em Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas* (pp. 112-127). Braga: Universidade do Minho.

CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E ARTE: CONTRIBUIÇÕES DA INTERDISCIPLINARIDADE NA FORMAÇÃO DOCENTE

Rosemar de Fátima Vestena, Emanuelle Nunes Salvadé, Rafaelle Ribeiro Gonçalves, Thais Scotti do Canto-Dorow

Universidade Franciscana (BRASIL)
rosemarvestena@gmail.com

Resumo

A formação docente para atuar nos primeiros anos escolares exige, em sua essência, a competência didático-pedagógica e o domínio de conteúdos, metodologias e de recursos específicos das Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Matemática e Linguagens. Esses saberes, quando articulados, tornam os professores preparados para interagir, no contexto escolar, por meio de propostas curriculares interdisciplinares. No caso do Ensino de Ciências (EC) e do Ensino de Arte (EA), se faz necessário preparar os estudantes de Pedagogia para interpretar o ambiente que os cercam, valendo-se dos conhecimentos artísticos, culturais, científicos, sensibilizar para o senso estético, investigativo, observador, criativo e crítico e, ainda, instigar a prospectarem-se na função de docentes para os anos iniciais. Este artigo objetiva analisar como os conhecimentos de EC e EA podem se articular em propostas interdisciplinares, na formação inicial de pedagogos. A pesquisa é de abordagem qualitativa e de cunho documental. Os documentos analisados como fotos, registros escritos e materiais concretos são oriundos das atividades interdisciplinares desenvolvidas durante as aulas de EC e EA, realizadas por dezesseis acadêmicos de Pedagogia da Universidade Franciscana (UFN), ministradas no segundo semestre letivo do ano de 2018. Seguem as atividades: 1- Estudo das áreas de Artes e Ciências no documento oficial Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2017); 2- Pesquisa sobre a diversidade vegetal existente no cotidiano do estudante, com foco na morfologia externa das angiospermas (raiz, caule, flor, fruto e semente); 3- Visita ao laboratório de Botânica para estudo das plantas e da técnica de herborização; 4- Visita a uma exposição de arte e diálogo com artistas plásticos e curadores de arte local; 5- Coleta de plantas pelos estudantes e herborização. Os registros produzidos foram analisados com base nos estudos de Bardin (2016), quando foram pré-estabelecidas três categorias: I) Apropriação dos conhecimentos acerca do EC; II) Apropriação dos conhecimentos do EA; III) Interlocuções entre EA e EC. Na sequência, ocorreu a sistematização dos conhecimentos com a construção de 16 quadros, pela técnica da colagem, com matéria-prima constituída principalmente, por folhas e flores. O conhecimento acerca das plantas e da morfologia também foi transcrito em forma de poesia. Por último, os acadêmicos foram convidados a expor seus trabalhos, em eventos da UFN. Assim, analisou-se os aspectos inerentes à formação inicial dos pedagogos nas especificidades (conteúdo e método) das disciplinas EC e EA, mas, também, as potencialidades de articulação desses dois componentes curriculares, em propostas interdisciplinares, durante as aulas do curso de Pedagogia. A proposta interdisciplinar aplicada junto ao curso de Pedagogia mostrou-se eficiente na sensibilização dos alunos para a análise e interpretação do ambiente que os cerca por meio de conhecimentos científicos e artísticos. Além disso, provocou apropriação, expressão e transposição de conhecimentos de arte e natureza, vivenciados por meio de métodos e recursos didáticos que têm potencial de ser viabilizados nos iniciais do ensino fundamental.

Palavras-chave: Ensino Superior; Ensino de Ciências; Ensino de Arte; Metodologia de Ensino; Anos iniciais.

INTRODUÇÃO

A formação docente para atuar nos primeiros anos escolares requer competência didático-pedagógica, além de conhecimentos de conteúdos, métodos e recursos específicos das Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Matemática e Linguagens. Esses saberes quando articulados, tornam os futuros professores preparados para interagir no contexto escolar por meio de propostas curriculares interdisciplinares. No caso do Ensino de Ciências (EC) e Ensino de Arte (EA), se faz necessário preparar os estudantes de Pedagogia para interpretar o ambiente que

os cercam, valendo-se dos conhecimentos artísticos, culturais, científicos, sensibilizando-os para o senso estético, investigativo, observador, criativo e crítico e, ainda, os instigando a prospectarem-se na função de docentes para os anos iniciais.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, o professor dos anos iniciais geralmente é licenciado em Pedagogia e atua nos primeiros anos escolares como professor polivalente (Pimenta, Fusari, Pedroso, & Pinto, 2017). Isso indica que os cursos de Pedagogia deveriam habilitar os estudantes com vistas às demandas do currículo da educação básica, isto é, com domínio de conteúdos e métodos nas áreas de conhecimentos Ciências da Natureza, Linguagens, Ciências Humanas e Matemática.

No entanto, a carga horária destinada a formação em Pedagogia para as diferentes áreas do conhecimento divide espaço com uma gama de prioridades pautadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o Curso de Graduação em Pedagogia, licenciatura (Brasil, 2006), em que as matrizes curriculares precisam contemplar dentro de 3200 horas três núcleos na formação inicial. O primeiro núcleo trata dos estudos básicos observando a diversidade e a multiculturalidade da sociedade brasileira, por meio do estudo acurado da literatura pertinente e de realidades educacionais. Esse núcleo é composto por doze itens que anunciam o que deve ser priorizado na formação do pedagogo, perpassando as questões da didática, planejamento, avaliação, gestão, políticas públicas, desenvolvimento cognitivo, processos ensino e aprendizagem, multiculturalismo, entre outros. O item de número nove trata da necessidade de estudo das áreas do conhecimento por meio da decodificação e utilização de códigos de diferentes linguagens utilizadas por crianças, além do trabalho didático com conteúdos, pertinentes aos primeiros anos de escolarização, relativos à Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia, Artes, Educação Física (Brasil, 2006).

O segundo núcleo que precisa estar presente na formação dos pedagogos contempla o aprofundamento e diversificação de estudos voltados às áreas de atuação profissional priorizadas pelo projeto pedagógico das instituições e que, atendendo a diferentes demandas sociais, oportunizará, entre outras possibilidades que se prioriza investigações sobre processos educativos e de gestão, em diferentes situações institucionais: escolares, comunitárias, assistenciais, empresariais e outras; a avaliação, criação e uso de textos, materiais didáticos, procedimentos e processos de aprendizagem que incluam a diversidade social e cultural da sociedade brasileira e estudo, análise e avaliação de teorias da educação, a fim de elaborar propostas educacionais consistentes e inovadoras (Brasil, 2006).

Por último, o terceiro núcleo de formação em pedagogia versa sobre os estudos integradores em que proporciona aos acadêmicos o enriquecimento curricular e compreende participação em seminários, estudos curriculares, projetos de iniciação científica, monitoria e extensão, diretamente orientados pelo corpo docente da instituição de educação superior; atividades práticas, de modo a propiciar vivências, nas mais diferentes áreas do campo educacional, assegurando aprofundamentos e diversificação de estudos, experiências e utilização de recursos pedagógicos e atividades de comunicação e expressão cultural.

Contudo, em tratando da formação do pedagogo para atender às necessidades da formação para as diferentes áreas dos conhecimentos, Libâneo (2012) sinaliza para a separação entre conteúdo-forma em que prevalecem os aspectos metodológicos sobre os conceituais das áreas do currículo da educação básica. Pizarro, Barros & Lopes-Junior (2016) ratificam esse argumento quando enfatizam a falta de conhecimentos conceituais dos pedagogos para o trabalho com as áreas específicas. Os autores destacam o pouco espaço nas matrizes curriculares para estudo, reflexões e aprofundamentos de conhecimentos específicos como os de ciências na formação inicial em pedagogia o que acaba gerando profissionais despreparados e que resumem as aulas de ciências em ensinar conceitos e que geralmente são incluídos no currículo escolar de modo pontual e descontextualizados.

Ainda, considerando o que demarca o terceiro artigo das DCN para os cursos de Pedagogia,

> o estudante de Pedagogia trabalhará com um repertório de informações e habilidades composto por pluralidade de conhecimentos teóricos e práticos, cuja consolidação será proporcionada no exercício da profissão, fundamentando-se em princípios de interdisciplinaridade, contextualização, democratização, pertinência e relevância social, ética e sensibilidade afetiva e estética (Brasil, 2006, p.1).

As DCN enfatizam que a formação para o trabalho docente necessita estar alicerçado em ações criativas, críticas e interativas acera dos diferentes contextos e ambientes tanto nas experiências artísticas como científicas e tecnológicas com vistas a superação das dificuldades encontradas no ambiente escolar.

Acrescido às demandas levantadas anteriormente, o professor de anos iniciais precisa atender a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2017), documento oficial que normatiza o currículo da educação básica. Esse está estruturado por área do conhecimento e reforça a necessidade do pedagogo se aprofundar nos conhecimentos específicos que estruturam as mesmas. A BNCC sinaliza para os objetivos de ensino em termos de competências para as Ciências da Natureza, Linguagens, Ciências Humanas e Matemática. No âmbito da BNCC, a noção de competência é utilizada no sentido da mobilização e aplicação dos conhecimentos escolares, entendidos de forma ampla, ou seja, conceituais, procedimentais e atitudinais como orienta Zabala (2007).

A BNCC, quanto à presença da área das Ciências da Natureza (CN), no currículo escolar dos primeiros anos escolares orienta para a necessidade de fomentar a alfabetização científica em que o estudante de posse dos códigos e procedimentos das ciências seja habilitado a correlacionar estes saberes com o contexto em que vive com autonomia e comprometimento social (Brasil, 2017).

A BNCC para as Ciências da Natureza propõe o currículo três eixos estruturantes (Terra e universo; Vida e evolução; Matéria e energia). No que tange o Terra e universo estão envolvidos os fenômenos da natureza que incluem o estudo do sistema solar como um todo e as relações e ciclos ao planeta Terra, bem como seus elementos ar, água e solo. Com relação ao eixo estruturante Vida e Evolução estão incluídos os objetos de conhecimentos de todos os reinos dos seres vivos e o ambiente numa perspectiva evolutiva das espécies no ambiente. Para o eixo estruturante Matéria e Energia constam como prioridade o estudo de conteúdos voltados aos estados físicos e químicos da matéria, suas transformações, tecnologias e usos (Brasil, 2017).

O Ensino de Arte na BNCC para os anos iniciais está incluído dentro da área de linguagens, que por sua vez contempla o estudo da Língua Portuguesa, Língua inglesa, Arte e Educação Física e, ainda para esta etapa escolar o componente curricular Arte está centrado em algumas de suas linguagens: as Artes Visuais, a Dança, a Música e o Teatro.

> Essas linguagens articulam saberes referentes a produtos e fenômenos artísticos e envolvem as práticas de criar, ler, produzir, construir, exteriorizar e refletir sobre formas artísticas. A sensibilidade, a intuição, o pensamento, as emoções e as subjetividades se manifestam como formas de expressão no processo de aprendizagem em Arte (Brasil, 2017, p.191).

O ensino de Arte na educação básica perpassa a noção de arte como expressão, arte como cultura e conhecimento e a arte para o desenvolvimento cognitivo. Com relação ao ensino de artes visuais estima-se que o estudante vivencie processos de aprendizagem que inclua sensibilização, a criticidade, a experimentação, o fazer e o criar no mundo e para o mundo.

> As Artes Visuais possibilitam aos alunos explorar múltiplas culturas visuais, dialogar com as diferenças e conhecer outros espaços e possibilidades inventivas e expressivas, de modo a ampliar os limites escolares e criar novas formas de interação artística e de produção cultural, sejam elas concretas ou simbólicas (Brasil, 2017, p.153).

A Dança para os anos iniciais compreende a consciência do corpo e o movimento. O processo cognitivo envolve o que ocorre no e pelo corpo, relações entre corporeidade e produção estética. Ao articular os aspectos sensíveis, epistemológicos e formais do movimento os alunos problematizam e transformam percepções acerca do corpo e da dança, tempos, espaços por meio de arranjos que permitem novas visões de si e do mundo que os cerca (Brasil, 2017).

A Música no contexto infantil, se constitui em experiências que se materializam por meio dos sons e que ganham forma, sentido e significado no âmbito tanto da sensibilidade subjetiva quanto das interações sociais. São saberes e valores diversos estabelecidos no domínio de cada cultura. Isso significa que a criança precisa ter oportunidade de manipulação e criação de materiais sonoros diversos e ter contato com a música para ser um ouvinte ativo de música (Brasil, 2017).

A linguagem teatral inserida nos anos iniciais permite às crianças a experiência artística multissensorial de encontro com o outro em *performance*. O corpo, nesse sentido é lócus de criação ficcional de tempos, espaços e sujeitos distintos de si próprios, por meio do verbal, não verbal e da ação física. Os processos de criação teatral passam por experiências coletivas e

colaborativas com persistência e disciplina. Se faz possível por intermédio de jogos, improvisações, atuações e encenações, caracterizados pela interação entre atuantes e espectadores (Brasil, 2017).

Diante do exposto compõem-se o problema da pesquisa: como os conhecimentos de EC e EA podem se articular em propostas interdisciplinares, na formação inicial de pedagogos, para a transposição didática nos primeiros anos escolares?

IMPLICAÇÕES NO ENSINO E METODOLOGIA

Esta pesquisa analisa as atividades que foram desenvolvidas em duas turmas de formação inicial do curso de Pedagogia, durante a realização de uma sequência didática interdisciplinar. As atividades ocorreram na Universidade Franciscana (UFN), no segundo semestre de 2018, onde participaram 19 alunos de sétimo semestre do curso sendo que sete estudantes foram comuns nas duas turmas, assim como, a professora regente das duas disciplinas envolvidas Ensino de Ciência (EC) e Ensino de Arte (EA). Os encontros foram realizados nas quartas e quintas-feiras, para as aulas de Ensino de Ciências e Ensino de Arte, respectivamente. Para desenvolver a sequência de atividades integrando concretamente os conhecimentos das disciplinas EA e EC foi utilizado quatro semanas de aula, ou seja, 16 horas em cada disciplina, totalizando 32 horas aulas. A tabela 1 representa a ementa das duas disciplinas envolvidas, bem como o objetivo geral e o conteúdo programático selecionado para ser estudado durante a implementação da sequência de atividades.

Tabela 1. Ementas e seleção de objetivos e conteúdos programáticos das disciplinas de Ensino de Arte e Ensino de Ciências envolvidas na atividade interdisciplinar.

DISCIPLINAS	EMENTAS	OBJETIVOS GERAIS	CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS SELECIONADOS
ENSINO DE ARTE	A arte e sua trajetória no Brasil. Arte e educação. Linguagens da arte: visuais, teatro, música e dança.	Estudar a função, evolução e manifestação da arte brasileira nas linguagens: visual, cênica, musical e dança para compreender o papel da arte-educação no ambiente escolar.	Arte na Base Nacional Comum Curricular. A arte e suas funções. A arte na educação escolar. Habilidades necessárias na apreciação da arte. Teoria e prática do ensino de arte. Linguagens da Arte.
ENSINO DE CIÊNCIAS	Considerações acerca do Ensino de Ciências. Ensino de Ciências e suas abordagens. Propostas oficiais para o ensino de ciências. Recursos didáticos para o ensino de ciências.	Estudar as formas de abordar as Ciências da Natureza nas etapas e modalidades de ensino para compreender a importância da alfabetização científica nos primeiros anos escolares.	A Base Nacional Comum Curricular e o ensino de Ciências. A integração das Ciências Naturais com outras áreas do currículo. Recursos Didáticos e o Ensino de Ciências da Natureza.

A pesquisa é qualitativa visto que esta abordagem se caracteriza pela dinamicidade ao permitir que se levante questionamentos e hipóteses nas diferentes etapas da pesquisa, ou seja, antes, durante e depois da coleta e análise de dados (Hernández, Fernadéz, & Baptista, 2013). Também este estudo se vale de análise de documentos oriundos de fontes de primeira mão que de acordo com Bogdan & Biklen (1994) como: documentos oficiais, reportagens de jornal,

cartas, contratos, diários, filmes, fotografias, gravações, gravuras, pinturas a óleo, desenhos técnicos.

No caso deste trabalho, foram utilizados os registros produzidos pelos acadêmicos nas etapas de estudo e de sistematização. As etapas da sequência didática desenvolvidas durante as aulas de EA e EC junto aos estudantes estão expostas na tabela 2.

Tabela 2. Etapas das atividades desenvolvidas nas disciplinas.

ETAPAS	ATIVIDADES	DISCIPLINAS	
		EC	EA
1- Partes das plantas	Estudo da raiz, caule, folha, flor, fruto e semente.	X	
2-Visita ao laboratório: técnicas de herborização.	No acervo de botânica da UFN, observação como se arquiva e identifica a planta.	X	
3- Herborização das partes das plantas.	Coleta e desidratação das partes das plantas pela técnica de herborização.	X	
4-Visitas às galerias de artes.	Pesquisas e conversas com artistas locais.		X
5- Arte e Natureza.	Estudo dos elementos da natureza e arte-natureza.		X
6- Pesquisa: ficha de plantas.	Ficha de identificação botânica planta.	X	
7- Expressão artística com e sobre as plantas herborizadas.	Criações baseadas nos elementos/partes das plantas.	X	X
8- Montagem de um quadro com folhas herborizadas.	Porta retrato com a planta (folhas) e a ficha de identificação das plantas utilizadas.	X	X
9- Estruturação de um plano de ensino integrando: EA e EC.	Potencialidades didáticas das atividades vivenciadas para o ensino interdisciplinar nos anos iniciais.	X	X
10- Formas de Registros sistematizadores das atividades.	Títulos das obras de arte. Poesia. Porta-retratos.	X	X
11- Apresentações dos materiais produzidos em eventos.	II Espaço Ciência; XIX Seminário Integrador dos Estágios Curriculares; Mostra de Material Didático.	X	X

De posse dos materiais produzidos pelos acadêmicos, foi possível analisar os dados, conforme orienta Bardin (2016), quanto análise de conteúdo pela eleição de categorias. Neste trabalho foram utilizados os documentos produzidos pelos estudantes (registros escritos, fotografias e materiais concretos) em respostas às atividades propostas durante as aulas. Assim, analisou-se os aspectos inerentes à formação inicial dos pedagogos nas especificidades das disciplinas envolvidas EC e EA, bem como nas potencialidades destes dois componentes curriculares de serem trabalhados em propostas interdisciplinares durante as aulas e na perspectiva de transposição didática junto aos estudantes dos anos iniciais. Contudo, constitui-se as três categorias de análise, expostas na tabela 3: a) Apropriação dos conhecimentos acerca do EC; b) Apropriação dos conhecimentos do EA; c) Interlocuções entre EA e EC.

Tabela 3. Categorias para análise dos documentos produzidos pelos estudantes.

1- Apropriação dos conhecimentos de EC	Formação docente para observação, pesquisa, cognição na área de CN e transposição didática para os anos iniciais (Fig. 1).
2- Apropriação dos conhecimentos de EA	Formação docente para sensibilização, pesquisa, imaginação, criação, cognição área de CN e transposição didática para os anos iniciais (Fig. 2).
3- Interlocuções entre EA e EC	Formação docente para a integração das áreas do currículo escolar em propostas interdisciplinares e transposição didática para os anos iniciais (Fig. 3).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar a apropriação dos conhecimentos de EC percebeu-se que os futuros docentes observaram as partes dos vegetais (raiz, caule, folha, flor, fruto) identificando e selecionando quais eram adequadas ao processo de desidratação para a herborização, otimizando assim o material passível de transposição em arte. Observou-se que os estudantes priorizaram folhas que possuíam formatos diferenciados, tais como espalmadas, ovaladas, paripenadas, imparipenadas, entre outras, o formato diferenciado do limbo das folhas facilitou a composição artística. Durante a produção artística dos estudantes verificou-se a aplicação de conceitos sobre o Reino Plantae sobre as partes dos vegetais possibilitando uma aprendizagem com maior significado. Ainda foi possível perceber que utilizaram as etapas de investigação científica para a escolhas dos materiais como: observar o mundo a sua volta e fazer perguntas; analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações; propor hipóteses; realizar levantamentos, análise e representação; comunicação científica; e intervenção. A Figura 1 expõe da esquerda para a direita uma planta inteira, uma flor isolada, a comparação de duas flores da mesma família botânica, folhas herborizadas e a diversidade de formas de folhas e flores.

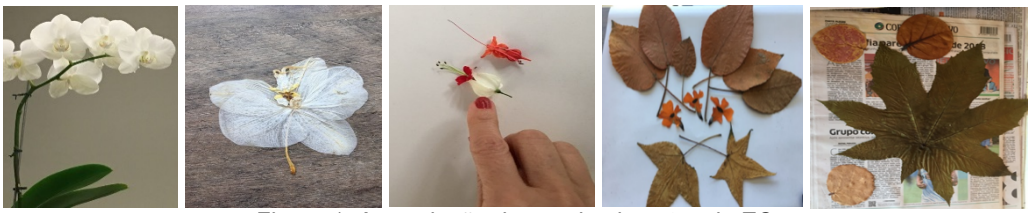


Figura 1. Apropriação dos conhecimentos de EC

Segundo Miola & Pierozan (2015), o pedagogo é um profissional polivalente, e o fato de atuar como professor nos anos iniciais e ser responsável por todas as disciplinas poderia tornar essa etapa da educação potencialmente interessante para o desenvolvimento de um ensino de ciências interdisciplinar. Porém cabe neste caso destacar que este licenciado, por sua função e formação polivalente não tem um estudo aprofundado em Ciências Naturais. Delizoicov & Slongo referente a esta questão que: “Os professores necessitam de uma formação que os ajude a trabalhar a partir de temas que sejam significativos para os alunos e a problematizá-los visando despertar o interesse pelos conhecimentos das Ciências Naturais” (2011, p. 210). Assim a formação deste profissional deve dedicar-se a articulação dos saberes em uma perspectiva de Educação Científica e Tecnológica para que os futuros docentes observem as possibilidades de transposição didática para os anos iniciais.

Quanto a apropriação dos conhecimentos de EA notou-se que os estudantes tiveram iniciativa e sensibilidade na escolha das partes dos vegetais para a produção artística. Deste modo tiveram a oportunidade de manifestarem algumas dimensões do conhecimento artístico como criatividade, crítica, estesia, expressão, fruição e reflexão. No entanto, percebeu-se que a maioria dos futuros docentes não ousaram nas suas composições e sim, procuraram reproduziram estereótipos de animais e outras montagens e composições muitas vezes replicadas comercialmente, presentes no cotidiano ou construídos socialmente desde a infância. Assim, a Figura 2 demonstra da esquerda para a direita a a representação de uma revoada de borboletas, uma composição de flores e folhas de diferentes formatos e tons de cor, uma composição de um

peixe e uma bailarina cuja saia foi representada por uma rosa e as folhas compuseram duas borboletas.

Figura 2. Apropriação dos conhecimentos de EA.

Considerando que os pedagogos atuarão na sua maioria com crianças Becker et al. (2019) destacam que o brincar e o aprender com a - e na - natureza como um dos elementos centrais de uma educação vinculada com a própria vida faz-se necessário permitindo experiências importantes que estabelecem conexões positivas com a vida e com o outro. A reinvenção dos jardins, hortas, quintais como brinquedos podem estimular a criatividade e enriquecer as memórias de muitas gerações, oferecendo 'brinquedos' infinitos, criados a partir da imaginação de cada criança.

Na categoria interlocuções entre EA e EC houve um exercício da interdisciplinaridade que habilita o futuro docente a prospectar no seu exercício como professor dos anos iniciais na integração das áreas. Assim, Precisa-se vincular o ensino de ciências a todas as outras disciplinas ou assuntos em todos os níveis de ensino. Além do foco no aprendizado através da ciência, isso significa tomar outras disciplinas como ponto de partida ponto para introduzir o pensamento científico. Significa incorporar o conhecimento e os métodos e abordagens de mais de um contexto disciplinar para permitir novas formas de pensar e identificar soluções para problemas que estão fora do limite de apenas uma disciplina (Science Education for Responsible Citizenship, 2015). Cachapuz (2014) salienta que é interessante ter uma visão ampla e não segmentada do conhecimento, quais as semelhanças que as unem e de que modo tal visão diacrónica Arte/Ciência pode melhorar a qualidade da educação em ciências oferecida aos alunos e dar uma oportunidade aos professores para irem além das rotinas e burocracia a que frequentemente são submetidos nas suas escolas. A Figura 3 ilustra a apropriação dos estudantes de conhecimentos interdisciplinares, sendo que a esquerda se tem os porta-retratos produzidos e expostos em um evento da universidade e a direita uma poesia que foi construída coletivamente em aula pelos estudantes.

POESIA DAS FOLHAS	Sombras de cores variadas
Folhas	Tetos de energia solar
Simples, compostas	Gases, água e alimentos
Uninérveas, paralelinérveas, peninérveas, palminérveas	Folhas
Inteiras, recortadas	vidas
Lisas, serrilhadas, denteadas	vidas próprias
Folhas	vidas vividas
Lâminas verdes vascularizadas	vidas para outros também

Figura 3 – Apropriação dos conhecimentos interdisciplinares (exposição de quadros e poesia)

CONCLUSÕES

A proposta interdisciplinar aplicada junto ao curso de Pedagogia mostrou-se eficiente na sensibilização dos alunos para a análise e interpretação do ambiente que os cerca por meio de conhecimentos científicos e artísticos. Além disso, provocou apropriação, expressão e transposição de conhecimentos de arte e natureza, vivenciados por meio de métodos e recursos didáticos que têm potencial de ser viabilizados nos iniciais do ensino fundamental.

Portanto, a parir das vivências interdisciplinares proporcionadas, ainda na formação inicial de professores, estima-se que os egressos da Pedagogia, enquanto docentes sintam-se mais seguros para empreender práticas e recursos didáticos alicerçados no potencial articulador de conhecimentos advindos da perspectiva interdisciplinar.

REFERÊNCIAS

Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo.* São Paulo: Edições 70.

Becker, D., Solé, D., Ting, E., Eisenstein, E., Filho, J.M., Fleury, L., & Weffort, V.R.S. (2019). *Manual de orientação: Benefícios da Natureza no Desenvolvimento de Crianças e Adolescentes.* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria. Retirado de https://tinyurl.com/v76dt9v

Bogdan, R.C., & Biklen, S.K. (1994). *A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora.

Brasil (2006). Ministério de Educação e Cultura. Conselho Nacional de Educação. CNE/CP Resolução nº 1 de 2006. *Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Pedagogia*. Retirado de https://tinyurl.com/hdyoqbf

Brasil (2017). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular.* Brasília: MEC. Retirado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf

Cachapuz, A.F. (2014). Arte e Ciência no Ensino das Ciências. *Interacções, 31*, 95-106. Retirado de https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6372

Delizoicov, N.C., & Slongo I.I.P. (2011) O ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: elementos para uma reflexão sobre a prática pedagógica. *Série - Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, 32*, 205-221. Retirado de http://www.serie-estudos.ucdb.br/index.php/serie-estudos/article/viewFile/75/234

Hernández S.R., Fernández, C.C., & Baptista, L.M.P. (2013). *Metodologia de pesquisa* (5 ed.) Porto Alegre: Penso.

Libâneo, J.C. (2012). A persistente dissociação entre o conhecimento pedagógico e o conhecimento disciplinar na formação de professores: problemas e perspectivas. In *Anais 35ª Reunião da ANPED* (pp. 1-10). Retirado de https://tinyurl.com/slrmytu

Miola, P., & Pierozan, S.S.P. O ensino de ciências na formação do pedagogo. In A.M.D.P. Vieira, E.M.L. Portilho & A.F.M. Ribeiro (Eds.) *Anais EDUCERE – XII Congresso Nacional de Educação* (pp. 20928-20941). Retirado de https://tinyurl.com/yx822y3d

Pimenta, S.G., Fusari, J.C., Pedroso, C.C.A., & Pinto, U.A. (2017). Os cursos de licenciatura em pedagogia: fragilidades na formação inicial do professor polivalente. *Educação e Pesquisa*, 43(1). Retirado de https://tinyurl.com/v7vwpjd

Pizarro, M. V., Barros, R. C. dos S. N., & Lopes-Junior, J. (2016). Os professores dos anos iniciais e o ensino de Ciências: uma relação de empenho e desafios no contexto da implantação de Expectativas de Aprendizagem para Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 16*(2), 421-448.

Science Education for Responsible Citizenship (2015). *Directorate-General for Science with and for Society*. Luxembourg: European Union.

Zabala, A. (2007). *A Prática Educativa: como ensinar* (E.F.F. Rosa Trans.) Porto Alegre: Artmed.

ENSINO DE HISTOLOGIA EM CURSOS DE CIÊNCIAS MÉDICAS

Ana Calado

Laboratório de Histologia e Anatomia Patológica, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real (PORTUGAL)
anacalad@utad.pt

RESUMO

A Histologia é uma disciplina de ciências básicas que integra os curricula das escolas de medicina em todo o mundo desde o século XIX. Tradicionalmente é utilizada a Microscopia de Luz (ML), que desempenha um papel importantíssimo no estudo e identificação de estruturas celulares e tecidulares, constituindo a ferramenta de trabalho dos estudantes durante as aulas práticas de histologia. Todavia, a permanente utilização dos microscópios de luz durante todas as aulas práticas, tem algumas desvantagens, uma vez que a aquisição e manutenção destes instrumentos de precisão é dispendiosa. Por outro lado, construir e manter uma laminoteca histológica, com uma vasta diversidade de órgãos e tecidos, montados e corados em lâminas de vidro, que ao longo do tempo de utilização se quebram e descoram, é uma tarefa que se prolonga durante anos e implica uma reposição permanente e ajustada ao desgaste dessas mesmas preparações histológicas.

Atualmente, encontram-se disponíveis vários sistemas digitais para o ensino de histologia. O Microscópio Virtual (MV), é uma tecnologia emergente, que utiliza software que permite que imagens histológicas possam ser visualizadas como se estivessem a seu observadas ao ML, permitindo deslocar a preparação histológica no eixo dos X e Y, e ainda com possibilidade de ampliação equivalente à do ML. Todavia, no MV as imagens estão permanentemente focadas, não havendo a possibilidade de deslocar a imagem no eixo dos Z, nem de ajustar a luz.

Neste trabalho comparamos o desempenho académico de (1) estudantes que estudaram a histologia prática através dos métodos tradicionais (utilizando preparações histológicas, ML e livros tipo atlas de histologia com imagens estáticas), com (2) estudantes que estudaram a histologia prática através dos métodos tradicionais complementando o seu estudo com o VM.

Na Época de Exame Normal da disciplina de Histologia o primeiro grupo de estudantes (n=134) obteve 55,9% de reprovações e 44,1% de aprovações. Dos estudantes com aproveitamento escolar apenas 17,6% alcançaram classificações iguais ou superiores a catorze valores. No segundo grupo de estudantes (n=124), houve 32,3% de reprovações e 67,7% de aprovações. Neste grupo de estudantes com aproveitamento escolar 23,8% alcançaram classificações iguais ou superiores a catorze valores.

Os resultados evidenciam que embora a média das classificações iguais ou superiores a catorze valores não tenha aumentado de forma significativa nos estudantes que utilizaram o MV como método complementar ao seu estudo, há uma melhoria muito significativa do desempenho académico dos estudantes quando associam o estudo tradicional de histologia à Microscopia Virtual.

O MV oferece a oportunidade de os estudantes observarem preparações histológicas com imagens não estáticas nas alturas do dia que lhes são mais favoráveis, podendo fazê-lo quantas vezes considerarem necessário e para além do horário das aulas práticas de histologia onde, sob supervisão do professor, utilizam o ML associado ao MV.

Palavras-chave: Histologia; Microscópio de Luz; Microscópio Virtual; preparações histológicas.

INTRODUÇÃO

O ensino de Histologia em cursos de ciências médicas depende muito de a apresentação de imagens histológicas. Tradicionalmente, a histologia é ensinada aos estudantes de medicina através da utilização de preparações histológicas (lâminas de vidro) que são observadas ao microscópio de luz (ML). Para demonstrações e ilustrações durante aulas e palestras, eram e ainda são usadas fotomicrografias estáticas, cuja ampliação é impossível de alterar para explorar o tecido circundantes. Os microscópios de luz bem como as preparações histológicas no âmbito

do ensino de histologia estão disponíveis apenas durante horários específicos de disponibilidade de salas, equipamento e recursos humanos, o que constitui uma grande desvantagem e limitação no autoestudo dos estudantes.

Desde há cerca de duas décadas que a Microscopia Virtual (VM) tem vindo a revolucionar a aprendizagem de histologia em todo o mundo (Cotter, 2001). O processo de digitalização de preparações histológicas através de scanners envolve a digitalização de toda a amostra biológica contida em preparações histológicas de vidro através de scanners adequados. As imagens são, entretanto, guardadas num formato de alta resolução, que pode ser visualizado num computador, em tablet ou em telemóvel (Fig. 1). As imagens digitalizadas e armazenadas funcionam como uma caixa virtual de preparações histológicas. O software VM reproduz uma imagem de alta qualidade e com elevada nitidez, que pode ser destacada, fotografada e ampliada. Também tem a possibilidade de recursos adicionais como por exemplo legendas, que permitem aos estudantes um "estudo acompanhado" (Banavar et al. 2016).

O ensino de histologia em cursos universitários de ciências médicas através do recurso à MV promove várias atividades integradas com discussão ativa durante as aulas práticas de laboratório. Estes recursos de microscopia virtual têm vindo também a ser adotados nas áreas da citologia, hematologia e histopatologia (Dee, 2009). Alguns trabalhos no âmbito das ciências da educação têm dado indicação de que o uso da MV melhora a aprendizagem e o desempenho dos estudantes, criando também um ambiente dinâmico, orientado e adequado às características específicas de cada individuo. (Krippendorf & Lough, 2005; Paulsena et al., 2010). Além destas vantagens da MV, um ponto muito favorável para o uso desta tecnologia é a fácil acessibilidade dos estudantes, independentemente da sua localização, dependendo obviamente da ligação à internet.

O objetivo deste trabalho é comparar o desempenho académico de estudantes de ciências médicas na componente de Histologia prática através apenas de microscopia de luz (ML), com o desempenho de estudantes que realizaram o seu estudo através dos mesmos métodos tradicionais, mas que o complementaram introduzindo a microscopia virtual (MV).

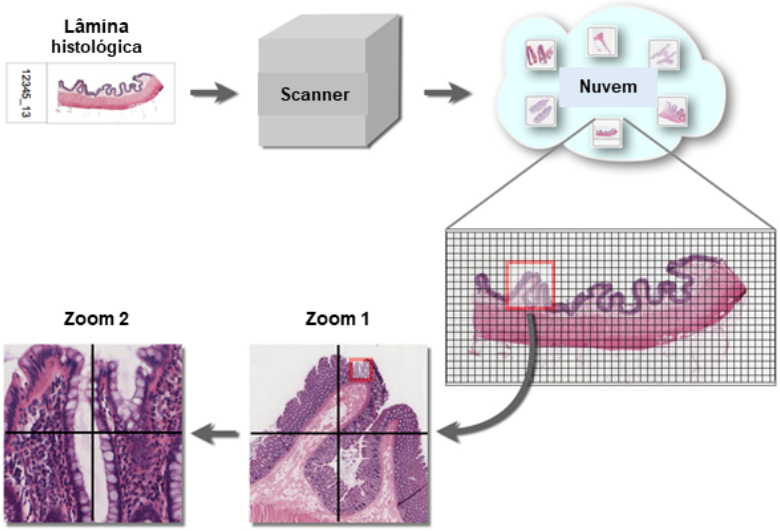


Figura 1. Representação esquemática da digitalização de uma amostra histológica num scanner de lâminas para microscopia virtual. A imagem original é segmentada em subunidades que podem ser acedidas em diferentes níveis de zoom (adaptado de http://www.virtual-microscopy.net/).

METODOLOGIA

Neste trabalho, procedemos à consulta dos resultados académicos na época de exame Normal de Histologia, de dois grupos de estudantes em que ambos estiveram inscritos nesta unidade curricular num curso de ciências médicas. O primeiro grupo inscrito e avaliado no ano letivo 2012/13, estudou o conteúdo programático de Histologia prática apenas através de métodos tradicionais, observando preparações histológicas em microscopia de luz (ML), e consultou livros tipo atlas de histologia com imagens estáticas. O segundo grupo de estudantes, inscrito e avaliado durante o ano letivo 2018/19, utilizaram os métodos tradicionais utilizados pelo grupo

anterior, mas complementaram o seu estudo utilizando a microscopia virtual (MV), quer durante as aulas práticas de histologia, quer em horário além do da sala de aula, durante o ano letivo 2018/19. Antes da utilização desta ferramenta tecnológica, os estudantes foram instruídos acerca do funcionamento da caixa virtual de preparações histológicas, do microscópio virtual, bem como dos recursos deste software (Fig. 2).

Entre os dois anos letivos não houve alterações relativamente aos seguintes parâmetros: **1)** número e constituição do corpo docente; **2)** carga letiva nas componentes teórica e prática; **3)** instalações físicas/salas de aula onde foi lecionada a componente prática e salas onde se efetuaram as avaliação praticas; **4)** microscópios e preparações de lâminas histológicas; **5)** objetivos da unidade curricular; **6)** conteúdo programático dos diferentes capítulos da histologia prática. Em cada ano letivo os estudantes foram aconselhados a consultar os manuais (atlas e livros de texto) cujas edições fossem as mais recentes na altura.

Figura 2. A Microscopia Virtual refere-se à observação de preparações histológicas sem contato direto com a lâminas de vidro nem com microscópio de luz. A caixa virtual de preparações histológicas pode ser acedida a partir de um computador, telemóvel ou tablet (http://www.virtual-microscopy.net/).

Para os dois anos letivos (2012/13 e 2018/19), foram considerados para análise estatística apenas os resultados obtidos com classificação igual ou superior a 10 valores, na componente prática de histologia durante as Épocas de Exame Normal à unidade curricular. Apenas se calculou a percentagem relativa de reprovações na referida época de exames para cada ano letivo. Para efeitos de avaliar o desempenho escolar dos estudantes, as classificações de aprovação foram analisadas em dois grupos: a) aprovação até 13 valores (AP < 14) e b) aprovação igual ou superior a 14 valores (AP ≥ 14). Os resultados foram organizados em folha de Excel e analisados com programa SPSS.

RESULTADOS

Nos anos letivos alvo deste estudo comparativo, o número total de estudantes inscritos e a frequentar as aulas práticas de Histologia foi de 134 e 12, respetivamente para 2012/13 e 2018/19. No presente trabalho não analisamos o historial académico dos estudantes, i.e., se eram se tratavam de estudantes de primeira matricula na unidade curricular de Histologia, ou se eram alunos com reprovação no(s) ano(s) anterior(es), ou estudantes transferidos de outros cursos de ciências médicas.

Ao compararmos os resultados do desempenho da avaliação prática do Exame Normal de Histologia, entre o ano 2013/13 e 2018/19, verificou-se um aumento significativo na percentagem relativa de estudantes aprovados (44,1% e 67,7%, respetivamente). Contudo, não foram encontradas diferenças relativamente à classificação média das aprovações entre os dois anos letivos (Tab. 1).

No ano letivo de 2018/19 ocorreu um aumento significativo de classificações entre 10 e 13 valores relativamente a 2012/13 (36,6% e 51,6%, respetivamente), contudo o valor médio das classificações não sofreu alterações (Tab. 1).

Em relação à percentagem relativa de classificações iguais ou superiores a 14 valores verificou-se um aumento de 2012/13 para 2018/19 (7,5% e 16,1%, respetivamente), embora o valor médio das classificações nesse intervalo não tenha sofrido alterações significativas (Tab. 1).

Tabela 1. Comparação do resultado da componente prática no Exame de Época Normal de Histologia, em dois anos letivos.

	2012/13	2018/19
N	134	124
APt (%)	44,1[a]	67,7[a]
R (%)	55,9[a]	32,3[a]
AP < 14 (%)	36,6[a]	51,6 [a]
AP ≥ 14 (%)	7,5[a]	16,1[a]
M (DV)	11,6 (1,5)	12,42 (1,9)
M < 14 (DV)	11,19 (1,08)	11,49 (1,08)
M ≥ 14 (DV)	14,5 (0,66)	15,03 (1,45)

N - Número total de estudantes; **APt** - Estudantes aprovados; **R**- Estudantes reprovações; **AP < 14** - Classificações de aprovação até 13 valores; **AP ≥ 14** - Classificações de aprovação igual ou superior a 14 valores; **M** - Média das aprovações; **M < 14** - Média das classificações de aprovação até 13 valores; **M ≥ 14** – Média das classificações de aprovação igual ou superior a 14 valores; **DP** - Desvio Padrão. [a] Indica uma diferença estatística significativa ($P \leq 0,05$) entre grupos usando analise não paramétrica (Kruskal-Wallis) e parametrica (AN *1*COVA).

CONCLUSÕES

Neste estudo foi efetuada uma análise comparativa relativa ao desempenho escolar de estudantes inscritos e avaliados na unidade curricular de Histologia de cursos de ciências médicas em dois anos letivos distintos, onde não houve alterações quer nos objetivos da unidade curricular quer no conteúdo programático. Os resultados indicaram que ocorreu uma melhoria significativa nas diferentes percentagens relativas a nível de estudantes aprovados: total de aprovações (que aumentou de 44,1% para 67,7%), aprovações com classificações entre 10 e 13 valores (revelou aumentou de 36,6% para 51,6%) e aprovações com classificações iguais ou superiores a 14 valores (que aumentou de 7,5% para 16,1%). Contudo, não se verificaram diferenças nas médias obtidas entre os dois anos letivos quer para a classificação média total, quer para as médias parciais (até 13 valores a acima de 14 valores).

Os resultados deste estudo permitem concluir que a utilização da MV como complemento à microscopia tradicional na aprendizagem de histologia, pode ser considerado uma excelente ferramenta pedagógica que recebeu um feedback muito positivo dos estudantes, que alegaram que a maior vantagem desta metodologia é a possibilidade de observarem preparações histológicas a qualquer hora do dia e em qualquer local, sem terem de depender da disponibilidade de salas de aulas práticas, de microscópios ou de professores. Estas vantagens do ponto de vista dos estudantes já foram assinaladas em vários trabalhos (Rojas et al., 2017; Vainer et al., 2017; Ahmed et al., 2018; Bertram et al., 2018).

Com a utilização da ML exclusiva, foi necessário desenvolver destreza e habilidade para manusear correta e eficazmente o microscópio de luz, deslocando a lâmina de vidro na platina (eixos x e y), ajustando o foco (eixo z), bem como o feixe de luz. Para alguns estudantes este treino foi demorado, quer por limitações de destreza manual, de acuidade visual e até mesmo da paciência de cada individuo. Neste âmbito, a MV teve como grande vantagem necessitar de menor dispêndio de tempo para treino de manipulação instrumental. Obviamente que na MV foi necessário ensinar o funcionamento deste software, contudo a geração que atualmente frequenta cursos de ensino superior possui inegáveis competências na utilização das modernas tecnologias digitais, desenvolvendo rapidamente um bom desempenho.

O ML obriga a que cada utilizador procure em vastas áreas de um órgão/tecido as regiões específicas onde se localizam as estruturas pretendidos num determinado estudo. Este processo pode consumir demasiado tempo aos estudantes, e conduzir não apenas à desistência, mas

também a erros na localização e na interpretação das imagens. Além disso, em vez de se focarem no conteúdo programático propriamente dito da disciplina científica, os estudantes despendem e dispersam a sua atenção na focagem, na procurar das estruturas pretendidas, nas ampliação e no ajuste do feixe de luz. Há situações de necessidade absoluta em solicitar ajuda/intervenção do professor. Em contrapartida, na MV a focagem é imediata e, caso estejam ativos e funcionais recursos de navegação e de legendagem, os estudantes conseguem rapidamente obter imagens da região de interesse, dispensando a intervenção de professor.

Na observação de preparações histológicas em ML os estudantes partilham fotos de microscopia sem a garantia de qualidade ou de resolução das imagens. Além disso as preparações histológicas são frágeis, sofrem descoloração, frequentemente são quebradas e necessitam de ser repostas bem como os microscópios de luz necessitam de manutenção. Em contrapartida, na MV as imagens têm alta resolução, podem ser armazenadas e compartilhadas online, havendo a possibilidade de introduzir anotações individuais e colaborativas, reduzindo a carga de professores, bem como o dispêndio financeiro com microscópios e preparações histológicas.

A maior desvantagem que sentimos estar associada à MV será a perda de destreza dos estudantes na correta utilização dos microscópios de luz tradicionais, de forma a serem aproveitadas as potencialidades dos mesmos. Este tipo de habilidade e treino dos estudantes será fundamental se estes vieram a optar no seu futuro profissional pelo diagnóstico histopatológico em contexto laboratorial. Contudo se associarmos a MV à ML tradicional esta desvantagem será rapidamente ultrapassada.

REFERÊNCIAS

Ahmed, R., Shamim, K.M., Talukdar, H.K., & Parvin, S. (2018). Light Microscopy for Teaching-Learning in Histology Practical in Undergraduate Medical Education of Bangladesh-a Teachers' Perspective. *South East Asian Journal of Medical Education, 12*(1), 26-31. doi:10.4038/seajme.v12i1.39

Banavar, S. R., Chippagiri, P., Pandurangappa, R., Annavajjula, S., & Rajashekaraiah, P.B. (2016). Image Montaging for Creating a Virtual Pathology Slide: An Innovative and Economical Tool to Obtain a Whole Slide Image. *Analytical cellular pathology, 2016*, 9084909. doi:10.1155/2016/9084909

Bertram, C. A., Firsching, T., & Klopfleisch, R. (2018). Virtual Microscopy in Histopathology Training: Changing Student Attitudes in 3 Successive Academic Years. *Journal of Veterinary Medical Education, 45*(2), 241-49. doi:10.3138/jvme.1216-194r1

Cotter, J.R. (2001). Laboratory instruction in histology at the University at Buffalo: recent replacement of microscope exercises with computer applications. *The Anatomical Record, 265*(5), 212-21. doi:10.1002/ar.10010

Dee, F.R. (2009). Virtual microscopy in pathology education. *Human Pathology, 40*(8), 1112-21. doi:10.1016/j.humpath.2009.04.010

Krippendorf, B.B., & Lough, J. (2005). Complete and rapid switch from light microscopy to virtual microscopy for teaching medical histology. *The Anatomical Record, 285*(1), 19-25. doi:10.1002/ar.b.20066

Paulsena, F.P., Eichhornb, M., & Bräuera, L. (2010). Virtual microscopy - The future of teaching histology in the medical curriculum? *Annals of Anatomy, 192*,378–382. doi:10.1016/j.aanat.2010.09.008

Vainer, B., Mortensen, N.W., Poulsen, S.S., Sørensen, A.H., Olsen, J., Saxild, H.H., & Johansen, F.F. (2017). Turning Microscopy in the Medical Curriculum Digital: Experiences from The Faculty of Health and Medical Sciences at University of Copenhagen. *Journal of Pathology Informatics, 10*, 8-11 doi:10.4103/2153-3539.201919

Rojas, E.I.E., Saucedo, J.E.P., Quintana, A.B., Segura-Azuara, N.A., & Cabrera, M.V. (2017). Una nueva forma de aprender patología: laboratorio virtual de patología. *Educación Médica, 18*(4),249-53.

MODELO DAS MÚLTIPLAS PERSPECTIVAS-PERNAMBUCO: UMA BASE ESPECÍFICA DE ORIENTAÇÃO DA AÇÃO PARA O ESTUDO DE CONCEITOS BIOLÓGICOS

Risonilta Germano Bezerra de Sá[1], Zélia Maria Soares Jofili[1], Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão[1], Fernanda Muniz Brayner Lopes[2]

[1]UFRPE (BRASIL)
[2]SEE/PE (BRASIL)
risogermano@gmail.com

Resumo

Ao estudarmos os processos facilitadores que possibilitam a aprendizagem de conceitos científicos no ensino de Biologia, nos deparamos com uma grande dificuldade na formação de conceitos de natureza abstrata, ou seja, que necessitam ser mediados simbolicamente. Tínhamos claro que a maioria das dificuldades envolvendo a construção de conceitos que necessitam ser formulados num plano simbólico, traduzidos através da linguagem e contextualizados em situações do cotidiano, envolviam aspectos próprios do processo cognitivo. A partir do trabalho de Brayner-Lopes (2015) que culminou na construção do Modelo das Múltiplas Perspectivas - PE (MoMuP-PE), desenvolvemos este estudo, acompanhando a aplicação do MoMuP-PE numa turma de Licenciatura em Biologia, na disciplina de Bioquímica dos Sistemas. A proposta foi aplicar uma ação orientada, utilizando os pressupostos teóricos/metodológicos do Modelo, para o estudo do Metabolismo dos Carboidratos, avaliando a possibilidade de o MoMuP-PE configurar uma Base Específica de Orientação da Ação, como apresentado por Galperin (Núñez, 2009). Brayner-Lopes (2015) em seus estudos, optou pela análise das articulações conceituais, no contexto das etapas metodológicas desenvolvidas e embasadas no MoMuP (Carvalho, 2011): *desconstrução, comentários temáticos/ travessias temáticas e reconstrução*. Utilizou como referenciais: (a) os níveis de organização biológica (Molécula à Ambiente); (b) os paradigmas da ciência (Cartesiano, Sistêmico e Complexo) e (c) os paradigmas da prática docente (Conservador e Inovador). Atendendo nossos objetivos de estudo, acrescentamos as categorias *orientação, execução e controle* (Galperin,1989), nas análises da aplicação do MoMuP-PE. Observamos ao longo das atividades, elementos funcionais que nos permitem visualizar formações e representações mentais, a partir da rotina dos trabalhos desenvolvidos em sala, fundamentada no Modelo. São eles: caso, unidade complexa explicativa de um contexto; minicasos, perspectivas do caso; temas, conceitos elucidativos do caso, e comentários temáticos com a função de conduzir as desconstruções orientadas e reflexivas e reconstruções articuladas e paradigmáticas; por último temos as travessias temáticas (permeando o processo): considerando as perspectivas do estudo. A partir desses elementos, articulados numa proposta metodológica específica de ensino, percebemos a execução das ações compreendendo a visão multifacetada e profunda do caso, favorecendo a internalização e materialização das mesmas. Ao término das atividades constatamos que o MoMuP-PE configura um ambiente de aprendizagem facilitador, criando as condições essenciais para a aprendizagem, a partir das diferentes oportunidades de mediações e interações o que corrobora com Galperin (1989) na idealização de uma Base Específica de Orientação da Ação. Salientamos que o Modelo ao proporcionar ao estudante repensar suas ideias em um novo contexto, possibilita novas articulações conceituais considerando a perspectiva sistêmico-complexa na reelaboração conceitual, em sucessivas internalizações e materializações, o que nos leva a compreensão de que o MoMuP-PE configura uma **base específica de internalização e materialização da ação**, nos estudos de conceitos da Biologia que necessitam da mediação simbólica.

Palavras-chave: MoMuP-PE; Ensino de Biologia; Conceitos Abstratos; Mediação Simbólica.

INTRODUÇÃO

Enquanto professores das áreas de Ciências e Biologia, observamos a grande dificuldade que nossos estudantes apresentam na aprendizagem dos conceitos trabalhados nessas disciplinas em todos os níveis de ensino. Compreendemos que o ensino de tais conceitos configura uma

grande área de estudo, tendo em vista que os conteúdos, embora façam parte do cotidiano dos estudantes, não são contextualizados e, por conseguinte, poucos têm sido utilizados por eles, tornando-se, na maioria das vezes, um conhecimento restrito ao ambiente escolar.

Segundo Brayner-Lopes (2015) se faz necessário um olhar diferenciado para estes contextos, considerando que os conceitos microscópicos e submicroscópicos trabalhados nestas áreas precisam em seu estudo, ser compreendidos sistemicamente tendo em vista que pertencem aos universos micro e macroscópicos, compreendidos como interdependentes, é a interconectividade existente entre eles que justifica a natureza complexa.

Tendo em vista que essa complexidade se torna um obstáculo no processo de ensino-aprendizagem em todos os níveis de escolaridades, encontramos nos estudos de Sá (2007) e de Carneiro-Leão et al. (2009) a afirmação de que no Ensino de Biologia é notória a desarticulação conceitual entre os universos macro e microscópicos que compõem o indivíduo. A tentativa de articular os sistemas biológicos, de forma antropocêntrica e em ordem decrescente de dimensão (sistemas, órgãos, tecidos, células, organelas, macromoléculas, monômeros constituintes e, por fim, átomos), reforça uma visão de linearidade além de propiciar ainda mais a fragmentação curricular.

Carneiro-Leão et al., (2010) confirmam estas dificuldades bem como dialogam buscando interagir a natureza dos conceitos com os conteúdos, observando o grau de especificidade e seus diferentes níveis de detalhamento. Na análise feita pelas pesquisadoras, esta realidade acaba proporcionando um conhecimento enciclopédico, pouco sendo utilizado, pelos estudantes, no dia a dia.

Em contrapartida Brayner-Lopes (2015) apresenta uma reflexão explorando a possibilidade de mudança no foco metodológico. Para a autora, o grande desafio posto para o docente contemporâneo, consiste em estar preparado para perceber a complexidade do processo ensino-aprendizagem. Ensinar Biologia em uma perspectiva sistêmico-complexa compreende valorizar a reelaboração articulando as partes para compreensão do todo. Isso requer uma transição paradigmática, uma vez que a maioria dos docentes foram formados dentro de um paradigma linear, e hoje se deparam com a necessidade de desenvolver uma visão sistêmica que favoreça uma compreensão mínima do processo biológico estudado.

Sá (2017) explica que os estudos que envolvem a aprendizagem de conceitos, que se manifestam em níveis de realidades diferentes, apresentando articulação entre si, contemplam os conceitos da Biologia, requerendo uma avaliação não só da prática deste ensino, mas também dos currículos e dos planejamentos de intervenção em sala de aula, numa perspectiva sistêmica. Defendemos que a compreensão conceitual deve ser prioridade em vez da mera memorização de detalhes. O ensino de Biologia, entretanto, requer um detalhado conhecimento de fatos e de conceitos, sendo frequente distingui-los entre si, configurando assim, uma “ideia” que pode ser aplicada em múltiplos contextos para explicar e/ou prever fenômenos.

Continuando, a explicação temos que no nível macroscópico os conceitos são mais facilmente compreendidos, pois fazem parte do contexto histórico-cultural do indivíduo, o que facilita o processo de mediação. Porém, no nível submicroscópico, no qual temos o estudante operando unicamente com ideias, construindo associações não diretamente ligadas ao mundo concreto e perceptível aos sentidos, a construção das ideias (conceitos) fica prejudicada no seu raciocínio, dificultando uma diagnose em relação à construção conceitual a partir da materialização da atividade trabalhada neste nível de percepção.

Por outro lado, no nível simbólico, temos um caráter mais representacional. A Biologia opera também neste nível de representação. Por exemplo, a imagem do óvulo fecundado representando o início da vida; o gás oxigênio e o gás carbônico no processo respiratório marcando bem a existência da vida; a estrutura do DNA; a imagem de uma célula e suas organelas etc. Essas representações simbólicas marcam o conceito de vida e, muitas vezes, levam a uma construção equivocada pelo fato dessas três dimensões não estarem articuladas no processo de formação do conceito.

Em busca de metodologias facilitadoras da aprendizagem de conceitos abstratos de natureza sistêmico-complexa, chegamos até o MoMuP-PE. Nosso estudo apresenta um recorte das análises desenvolvidas por Sá (2017), no percurso metodológico proposto por Brayner-Lopes (2015) denominado de Modelo das Múltiplás Perspectivas – Pernambuco (MOMUP-PE).

Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco _ MoMuP-PE

Sá (2007) e Carneiro-Leão et al. (2009) em seus estudos, baseadas nas ideias de Johnstone (1982) apresentam como perspectiva, a compreensão de que "os conceitos em Biologia podem ser compreendidos a partir da construção de representações vinculadas em três níveis de percepção da realidade, formando um triângulo: os níveis macroscópicos, submicroscópico e simbólicos" (Johnstone, 1982, p. 27), apresentando ainda articulações entre si. As inter-relações possíveis de serem percebidas, que ocorrem entre os seres vivos e o ambiente vão além da compreensão sistêmica, devido ao alto grau de complexidade presente nesse processo, o que requer múltiplos olhares e abordagens em diversas perspectivas, a partir de uma mesma problemática. Requer ainda uma avaliação não só da prática deste ensino, mas também dos currículos e dos planejamentos de intervenção em sala de aula, numa perspectiva sistêmica.

Em continuidade aos nossos estudos, cujo principal objetivo foi o de elucidar processos facilitadores da aprendizagem de conceitos de natureza abstrata em Biologia, culminaram com trabalhos importantes direcionados para a aprendizagem de tais conceitos, como os de Macêdo (2014), que aplicou o Modelo das Múltiplas Perspectivas (MoMuP) ao ensino das relações sistêmicas homem-ambiente-teia alimentar, e os de Brayner-Lopes (2015), que partiu da aplicação do MoMuP no estudo de conceitos biológicos (de natureza sistêmico-complexa) tendo que adaptá-lo para atender às necessidades específicas da natureza dos conceitos trabalhados em seu estudo, desenvolvendo assim o que ficou denominado de Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE), o nome Pernambuco além de diferenciar do MoMuP de Carvalho (2011) faz alusão ao estado de Pernambuco, no Brasil, onde ocorreram os estudos supracitados.

No entanto, para chegar a essa metodologia é preciso resgatar suas ideias originais. Neste processo destacamos a TFC (Teoria da Flexibilidade Cognitiva) desenvolvida por Rand Spiro e por seus colaboradores no final da década de 1980 e o MOMUP (Modelo das Múltiplas Perspectivas) desenvolvido por Carvalho (2011). Destacamos ainda os estudos de Sá (2017) acompanhando a aplicação do MoMuP-PE, numa turma de Licenciatura em Biologia, na disciplina de Bioquímica dos Sistemas em 2016.

Brayner-Lopes (2015) trabalhou com um grupo fechado no *Facebook*, denominado GLICEMIA. O caso escolhido para servir de contexto plurissignificativo, para as análises envolvendo o tema, foi os das interações dos processos biológicos, utilizando o personagem "Garfield"(estrela de "tirinhas") e que apresenta um perfil humanizado caracterizado como guloso, preguiçoso e com problemas com a balança, sempre estando acima do peso. Neste estudo o grupo participante foi composto por docentes universitários, interagindo na construção de significados de forma *sistêmico-complexa*. Portanto, foi proposta uma autonomia de **Travessia Temática** (conexões conceituais) para os sujeitos da pesquisa. Em outras palavras, foram instigados a idealizar suas próprias Travessias Temáticas, minimizando (ou mesmo tornando desnecessário) a disponibilização de **Comentários Temáticos** (textos explicativos) pela pesquisadora, os quais deveriam emergir das discussões entre os participantes de acordo com as necessidades individuais de aprofundamento temático.

Sá (2017) acompanhou a aplicação do MOMUP-PE, por um semestre, por uma professora regente da disciplina de Bioquímica dos Sistemas, num curso de Licenciatura em Biologia, de uma Universidade pública do estado de Pernambuco. Os momentos do MoMuP-PE foram analisados à luz da Teoria Histórico-Cultural, com o objetivo de observar se o Modelo constituía uma Base de Orientação Específica da Atividade como preconizada por Piotr Yakovlevich Galperin.

Foram propostos, então, alguns encaminhamentos acerca dos percursos metodológicos planejados para ajudar nas discussões. Sá (2017) explica que as travessias temáticas são caracterizadas como **processos cognitivos** acontecendo de forma **internalizada** e **materializada**, corroborando os achados de Brayner-Lopes. Já os **comentários temáticos** funcionam como **orientadores** nos processos (podendo ser verbais ou imagéticos, explicitando e verticalizando o tema) e expressos como afirmações, negações ou questionamentos, objetivando a **desconstrução** e **reconstrução** do **caso** (contexto conceitual), o que também ocorre de forma **internalizada e materializada**. Permite-se assim ao indivíduo certo domínio nos processos de interação inter e intrapessoal, facilitando tanto a compreensão como a internalização dos processos de generalizações e abstrações Sá (2017).

O processo de desconstrução tem o objetivo de levar o participante da pesquisa a aprofundar seu conhecimento sobre o objeto em estudo. Porém, se pensamos em uma desconstrução com o objetivo de uma posterior reconstrução (*de forma articulada e paradigmática*), essa desconstrução precisa ser orientada pela escolha temática adequada e com alto grau reflexivo. Ao longo dos diálogos observados em nossos estudos, identificamos momentos de desconstrução, a qual por terem ocorrido de forma espontânea e preliminar, num primeiro momento, foi denominada de **Desconstrução 1.** Brayner- Lopes (2015).

Paralelamente, Brayner-Lopes (2015) observa que em alguns momentos, de forma simultânea e sobreposta (temporalmente), observou-se a ocorrência de travessias temáticas a partir das atividades propostas. Nesses momentos houve consultas aos Comentários Temáticos de acordo com a necessidade de aprofundamento de cada um. Perceberam-se nos diálogos, os indícios de um processo de reconstrução (onde o conhecimento deve ser aplicado, flexivelmente em diferentes contextos), para discutir pontos levantados nas postagens. Neste processo, denominado de **Reconstrução 1,** alguns participantes externaram a necessidade de aprofundamento temático para uma postagem posterior mais elaborada e conceitualmente mais articulada.

A partir das postagens no estudo de Brayner-Lopes (2015), foi proposto ao grupo, em encontro presencial, a construção de um esquema conceitual individual (ECI), utilizando palavras retiradas das postagens feitas pelos participantes no *Facebook*. A construção partiu de uma questão norteadora: "*Como analisar os processos biológicos de Garfield*?". A opção das pesquisadoras pela coleta dessas palavras ocorreu pelo fato de as discussões terem permeado por um universo amplo dos processos biológicos referentes ao organismo de Garfield. Diante desse contexto, objetivou-se coletar concepções quanto à compreensão *sistêmico-complexa*, na vertente da ***Desconstrução Orientada e Reflexiva*** dos temas surgidos nos diálogos. Esse momento foi denominado de **Desconstrução 2**, uma vez que precisava ter como orientação temas que fossem relevantes para o participante, refletindo suas significâncias na compreensão *sistêmico-complexa* dos processos biológicos de Garfield.

Simultaneamente à construção dos *esquemas individuais*, foi distribuído aos participantes um questionário complementando essa coleta de concepções, no decorrer das construções esquemáticas conceituais individuais. O objetivo desse momento de reflexão conceitual orientada, foi possibilitar os aprofundamentos temáticos necessários para cada um, de acordo com os interesses e necessidades individuais.

Como um dos objetivos da pesquisa de Brayner-Lopes (2015) foi a produção coletiva visando à cooperação, o grupo realizou a construção de um Esquema Conceitual Coletivo (ECC) utilizando o mesmo conjunto de palavras distribuído e a mesma questão norteadora, para o ECI, o qual foi denominado de **Reconstrução 2**, pois além das interações de forma articulada dos processos biológicos de Garfield, o grupo permeava entre os paradigmas Cartesiano, Sistêmico e Complexo ***(Reconstrução Articulada e Paradigmática)***.

Segundo os estudos de **Galperin**, a aprendizagem significa toda atividade cujo resultado seja a formação de novos conhecimentos, habilidades e hábitos, ou a aquisição de novas qualidades nos conhecimentos, habilidades e hábitos já possuídos, o vínculo existente entre a atividade e os novos conhecimentos reside no fato de que, durante o processo da atividade, as ações com os objetos e fenômenos formam as representações e conceitos desses. No nível simbólico, porém, tem-se um caráter mais representacional. O MoMuP-PE considera as três dimensões da base psicológica para o processo de ensino defendidas pela Teoria Histórico-Cultural: *Estudo, Ações e Habilidades* no processo de internalização (plano mental). Nas observações realizadas por Sá (2017) a análise do Modelo se deu a partir do desenvolvimento das atividades propostas, necessárias à realização da ação, a partir da *orientação, execução e controle*. O ponto de partida foi representado por um caso cujo objetivo é o de significar o conteúdo através de uma aplicação (contexto), planejado e executado pela regente da turma no Ensino Superior.

METODOLOGIA

Sá (2017) parte da premissa que o MoMuP-PE fornece as ferramentas cognitivas constituídas pelos três componentes básicos, orientação, execução e controle, necessários à realização da ação. Podemos observar, a partir dos estudos de Galperin (1989), que o processo de

internalização dos conceitos estudados se inicia quando o estudante entende o objeto a ser assimilado, observando suas características materiais.

A partir desse entendimento, uma das atividades considerada por Sá (2017) compreendeu a análise da aplicação do MoMuP-PE (Brayner-Lopez, 2015) com o objetivo de analisar se o Modelo se comporta como uma Base de Orientação Específica. O Caso para estudo foi denominado: *A boa alimentação começa na escola,* artigo retirado de um jornal de grande circulação na cidade do Recife - Pernambuco;

Como parte do estudo foram aprofundados quatro minicasos para ajudar a elucidar o Caso (realizado em equipes: Lanches saudáveis, evitando carboidratos, exercícios físicos, estresse), conforme a figura 1 a professora regente organizou seu estudo.

Figura 1. Desenho metodológico do MoMuP-PE (Sá, 2017).

Etapa Motivacional

Nesta fase acontecem a apresentação do caso, os trabalhos solicitados pela professora, estudos, discussões nos grupos, apresentações das discussões e debates. Ela representa a materialização da proposta planejada para o estudo do conceito de metabolismo dos carboidratos, corresponde um desenho metodológico a ser vivenciado.

Estabelecimentos da Sequência de Atividade Orientadora da Ação – MoMuP-PE

Desenvolvimento de atividades orientadas e diversificadas, que permitem aprofundar os conceitos a partir dos processos de internalização e mediação simbólica, ocorridos com auxílio dos orientadores (comentários temáticos) ofertadas em cada atividade proposta e das ações de desconstrução orientada e reflexiva e reconstrução articulada e paradigmática durante o processo.

Formação da ação na forma materializada

Atividades desenvolvidas compreendendo os elementos de orientação, execução e controle previstos na organização das atividades.

Formação da ação no plano da linguagem externa

O Planejamento das ações que compõem o MoMuP-PE, com vistas a facilitar a construção de conceitos sistêmico-complexos, segue a mesma orientação defendida por Leontiev (1988) sobre

a consciência humana, percebida a partir do olhar sobre o conteúdo da atividade do indivíduo, como reflexo psíquico de sua consciência (realidade): temos que quanto mais diversificadas e contextualizadas forem as realidades postas para estudo, mais elementos de apropriação e condições de pensar a realidade terá o sujeito, em suas diversas formas de mediações.

O estudo do **Caso** proposto, apresentou alguns elementos que formam a estrutura da teoria da Atividade (*necessidades, motivo, objetivos e ações*) e seus componentes correlacionáveis (*atividade, ação e operação*). Em todos os momentos de aprofundamento conceitual, houve a preocupação de contextualizar o estudo, utilizando vários instrumentos que serviram de mediadores, ampliando assim uma área de estudo mediado (ZDP).

Orientadores (Comentários Temáticos):

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva entende que nos domínios tidos como pouco-estruturados, vários conceitos interagindo entre si são pertinentes na aplicação a um caso e a combinação desses conceitos é inconsistente em casos do mesmo tipo Carvalho (2000). Para facilitar a aprendizagem desses conceitos foram estruturados sete princípios, entre eles os Comentários Temáticos como sendo uma orientação especializada que proporciona uma visão multifacetada e profundo sobre o caso em estudo Carvalho (2000).

Brayner- Lopes (2015) em seus estudos, ressalta que para ser considerado um Comentário Temático é "necessário haver a intencionalidade e a organização paradigmática do conteúdo. " (p.116). Podemos observar que nessa ótica, os comentários temáticos em nosso estudo, possuem duas funções:

- Na reconstrução **funcionam como orientação conceitual elucidativa**, direcionando o olhar para a aplicabilidade conceitual num dado caso ou minicaso posto para estudo, orientam também na aplicabilidade conceitual (materialização) em diferentes contextos, facilitando a **travessia temática**;
- Na desconstrução, os comentários temáticos explicam como os temas ou conceitos se **aplicam ao minicaso, bem como nas travessias temáticas permitem observar aplicabilidade dos temas e conceitos a diferentes minicasos.**

Para facilitar o processo de mediação, as atividades propostas precisaram ser orientadas e contextualizadas a partir do que denominamos de **orientadores do processo**, que se enquadram na perspectiva de **comentários temáticos**.

Os momentos de aprofundamentos teóricos foram necessários para a compreensão do conceito em estudo (metabolismo energético). Eles aconteceram paralelamente às discussões envolvendo o estudo do caso, minicasos e favorecendo os processos de desconstrução, reconstrução e algumas travessias temáticas (conceituais). A professora sempre teve o compromisso de situar a atividade particularizando seu contexto, orientando a partir de uma pergunta guia construída intencionalmente, ou palavras distribuídas para orientar a construção de esquemas conceituais.

As atividades propostas envolviam uma maior flexibilidade cognitiva no estudo de cada situação oferecida pela professora. Os grupos de trabalhos deveriam analisar os conceitos e aplicá-los em cada situação. Observamos que, com esta abordagem, os estudantes utilizam articulações conceituais indo do concreto ao abstrato.

RESULTADOS

Ao fim do estudo de Sá (2017) foi possível inferir que o MoMuP-PE, configura uma Base de Orientação Específica para internalizar e materializar conceitos de difícil mediação simbólica, por apresentar em seus pressupostos elementos defendidos por teóricos da Escola Soviética, como Vigotski, Leontiev, Galperin, Davydov entre outros. Passaremos a analisar os diferentes momentos do MoMuP-PE como uma atividade que permite internalizar e materializar conceitos tidos como de difícil compreensão, por pertencerem a categorias de conceitos abstratos, formulados num plano abstrato sem nexo com o plano concreto.

O planejamento das ações que compõem os diferentes momentos do MoMuP-PE (Tabela 1) configura uma etapa de extrema importância no processo de formação de conceitos, considerando a possibilidade de materialidade do fenômeno estudado. Configura a orientação e condução, de maneira objetiva, do manejo executivo da ação.

Temos, como ponto de partida, o estudo de um caso, considerando que o estudante, em contato com a análise de uma situação real, é capaz de agir para a solução das questões postas na problematização. Temos com isso a possibilidade de trabalhar com a essência do conceito e articulá-lo ou aplicá-lo à diferentes contextos a partir de generalizações concebidas através da ideia de que o significado das palavras une pensamento e linguagem.

A Base de Orientação da Ação (BOA) defende, de maneira geral, que a formação do conceito acontece a partir das etapas tidas como material ou materializada. O MoMuP-PE permite esse exercício a partir das desconstruções e reconstruções que acontecem cognitivamente (internamente) e se materializam nas discussões e interpretação de vários temas ligados ao caso, onde o fenômeno estudado é aplicado a situações diversas (minicasos) produzindo um novo conhecimento.

Nos processos de desconstrução e reconstrução têm-se como pressupostos que os estudantes constroem argumentos pautados nos conceitos estudados, para explicar os diferentes contextos e articulá-los. Para isso se faz necessário usar de estratégias cognitivas como categorizar, interpretar, analisar, relacionar, modelizar entre outras, permitindo uma maior amplitude cognitiva na interpretação do fenômeno e sua solução.

O Planejamento das ações que compõem o MoMuP-PE, com vistas a facilitar a construção de conceitos sistêmico-complexos, segue a mesma orientação defendida por Leontiev (1988) sobre a consciência humana, percebida a partir do olhar sobre o conteúdo da atividade do indivíduo, como reflexo psíquico de sua consciência (realidade): temos que quanto mais diversificadas e contextualizadas forem as realidades postas para estudo, mais elementos de apropriação e condições de pensar a realidade terá o sujeito em suas diversas formas de mediações.

Tabela 1. Identificação dos Momentos do MOMUP-PE.

Etapas/BOA (Base de Orientação da Ação)	**Ações**	**MoMuP-PE**
Motivacional	O professor planeja e orienta as atividades cognitivas. Etapa importante para despertar o interesse pelo tema. Deve propiciar reflexão e questionamentos que despertem o interesse pelo tema proposto para estudo.	**Apresentação do caso:** Unidade complexa representada por acontecimentos concretos do mundo real. **Tema**: conceitos relacionados para o estudo do caso
Estabelecimento da sequência de Atividade Orientadora da Ação – MoMuP-PE	Apresentação de modelo de atividade, contendo orientação, execução e controle, elementos estruturais e funcionais no desenvolvimento da atividade.	**Caso – minicasos – caso <u>ressignificado</u>**
Formação da ação na forma material ou materializada	Realização da ação no plano externo, o aluno executa a ação sob controle do professor; nesse momento a atividade realiza-se no trabalho com pares ou em grupos.	- **Minicasos**. - **Construção de esquemas** em parking lot e ao longo do processo; - **Atividades acompanhadas** (controle, orientação e travessias). - **Elementos estruturais e funcionais:** comentários temáticos: aprofundamentos conceituais, orientadores e mediadores.
Formação da ação no plano da linguagem externa	Os elementos da ação são representados de forma oral ou escrito. O aluno só tem acesso a sistemas simbólicos representando objetos. A ação se converte em uma ação teórica, com base em palavras e conceitos verbais.	- **Caso** (plurissignificado). -**Minicaso**: (função cognitiva ou objeto de aprendizagem): - **Esquemas em *parking lot***: atividades materializadas de forma orientadas (seminários, sistematizações, modelização, esquema conceitual, etc.).
Etapa mental	Momento no qual a linguagem interna se transforma em função mental interna, proporcionando ao aluno novos meios para o desenvolvimento do pensamento. Constitui a interiorização da ação.	- **Processos cognitivos:** desconstrução, travessias e reconstruções.

CONCLUSÕES

O nosso estudo está inserido no propósito de aprofundar o conhecimento sobre o modo como os conceitos estudados na Biologia são internalizados e materializados. No nosso trabalho, identificamos esses conceitos como abstratos de natureza sistêmico-complexa. A construção destes conceitos exige o desenvolvimento do pensamento, atividade mental sobre a atividade, direcionada para as habilidades de abstração, análise e síntese com o objetivo de desenvolver ideias sobre algo.

Entendemos a abstração como uma ação que exige focar em algo que pertence a um conjunto de ideias não figurativo, mas temático. Porém, esse exercício não pode acontecer dissociado da ideia do todo e vice-versa. Mariotti (2000) descreve esta ação através da técnica do *zoom* que, para ele, significa nos capacitarmos a reduzir quando necessário, e usar a visão periférica, sendo para ele uma estratégia, considerando as necessidades e contextos, ou seja, ver de perto e ver de longe, não perdendo a ideia do todo, compreendendo que o olhar alternado, de perto e de longe, conduz para uma visão sistêmica,

Sabemos que a mente humana, da forma como conhecemos, não é capaz de abranger a complexidade de um fenômeno de uma vez só, por isso se justifica a importância de desenvolvermos a capacidade do exercício do zoom, nos preocupando como docentes, em permitir ao estudante olhar alternadamente de perto e de longe, corrigindo as limitações, buscando detalhes nas partes separadas. Proporcionar esse exercício ao ato de pensar conduz, segundo Vigotski, a uma mudança qualitativa na forma de exercitar o raciocínio (ato de pensar sobre algo).

O fio condutor das análises segue as ideias desenvolvidas por Galperin no desenvolvimento da Base de Orientação da Ação (BOA), como processos desenvolvidos na construção de conceitos, a partir de uma base psicológica que compreenda a construção da relação existente entre o signo e significado.

A escolha de trabalhar com uma turma de Licenciatura em Biologia, levou-nos a refletir em duas vertentes de formação Pedagógica, a inicial e a continuada. A professora regente da turma na qual se deu o estudo, sem formação pedagógica, mas uma *expert* em sua área de ensino, manifestou seu entusiasmo nas novas descobertas durante a aplicação do MoMuP-PE. Não posso deixar de relatar o grande investimento da professora nos seus estudos e empenho em desenvolver o MoMuP-PE em sua turma. Certamente a ação da professora foi um diferencial nos estudos, favorecendo um ambiente rico em interações, diante da pluralidade de fatos a serem considerados.

Outro fator importante a ser destacado foi o interesse, por parte dos estudantes, de compreender o Modelo e relatar que realmente estavam compreendendo melhor o conteúdo trabalhado, e em alguns momentos usavam a própria linguagem do Modelo para explicar como estavam compreendendo o conteúdo. Usavam as expressões **desconstrução** e **reconstrução** para explicarem o momento em que consideravam estar nos seus estudos, durante os momentos individuais ou coletivos.

Organizamos nosso estudo a partir do principal objetivo, analisar o Modelo das Múltiplas Perspectiva-Pernambuco, em suas etapas processuais, exigindo o pensamento analítico do estudante, podendo ser uma Base de Orientação da Ação (BOA) ESPECÍFICA para a formação dos conceitos abstratos de natureza sistêmico-complexa da Biologia, pautada na compreensão de que a internalização da Atividade, onde as ações isoladas se transformam em habilidades como um vínculo interno entre atividades e os novos conhecimentos e habilidades formadas durante o processo.

Partimos de três direcionamentos:

- Acompanhar a intervenção pedagógica de uma professora da disciplina de Bioquímica dos Sistemas, numa turma de Licenciatura em Biologia, utilizando o Modelo das Múltiplas Perspectivas - Pernambuco;
- Analisar o processo de formação dos conceitos sobre metabolismo dos carboidratos, a partir da utilização do MoMuP-PE, utilizando para tal os pressupostos da Escola de Psicologia Soviética;

- Identificar nas etapas do MoMuP-PE os fatores facilitadores da aprendizagem de conceitos, a partir dos trabalhos de Vigotski, Leontiev, Galperin e outros neste estudo.

Apesar da boa receptividade por parte dos estudantes, foi possível observar que os mesmos apresentam grandes dificuldades nos trabalhos. O exercício de abstrair requer algumas habilidades que quando não trabalhadas dificultam a construção das ideias no plano simbólico. Observamos no trabalho com os estudantes que o MOMUP-PE oportuniza essas situações, a partir dos minicasos - estratégias que permitem o olhar paradigmático sobre o conceito a partir de perspectivas. Quando o estudante percebe o que está dificultando o desenvolvimento das ideias é possível acrescentar comentários temáticos que facilitem a desconstrução tida como orientada e reflexiva permitindo, assim, transitar entre as partes e a reconstrução articulada e paradigmática, bem como a reelaboração das articulações, o que favorece um processo de aprendizagem ao considerar a perspectiva sistêmico-complexa, configurando um processo de ressignificação.

REFERÊNCIAS

Brayner-Lopes, F.M. (2015). *Formação de docentes universitários*: *Um complexo de interações paradigmáticas.* (Tese de doutoramento, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil). Retirado de http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5391

Carneiro-Leão, A.M.D.A., Mayer, M., & Nogueira, R. (2009). Ensinando Biologia numa perspectiva de complexidade. In A. Almeida et al. (Eds.) *Ensino de Biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam* (pp. 257-266). Pernambuco: Associação Brasileira de Ensino de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Carneiro-Leão, A.M.A., Sá, R.G.B., & Jofili, Z.M.S. (2010). Formação do Pensamento Científico no Ensino de Ciências: a Biologia e suas Interfaces como Ponto de Reflexão. In *Anais do IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade*. Laranjeiras: Universidade Federal de Sergipe Campus São Cristóvão. Retirado de https://tinyurl.com/qq88rjc

Carvalho, A.A. & Dias, P.A. (2000). Teoria da Flexibilidade Cognitiva na Formação a Distância: um estudo na World Wide Web. In *Actas do 1º Simpósio Ibérico de Informática Educativa*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Carvalho, A.A.A. (2007). Abordar a complexidade através da reflexão e da desconstrução: implicações na estruturação de objectos de aprendizagem. In J. Ferreira & A.R. Simões (Orgs), *Atas do XV Colóquio AFIRSE - Complexidade: Um novo Paradigma para investir e intervir em educação*. Lisboa: Arfise. Retirado de http://hdl.handle.net/1822/7696

Carvalho, A.A.A. (2011). Teoria da Flexibilidade Cognitiva e o Modelo das Múltiplas Perspectivas. In M.B.C. Leão (Org.),*Tecnologias na Educação: uma abordagem crítica para uma atuação prática* (pp. 17-42). Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Galperin, P. I. (1989). Mental actions as a basis for the formation of thoughts and images. *Soviet Psychology, 27*(3), 45-64: doi:10.2753 / RPO1061-0405270345

Johnstone, A. T. (1982). Macro and micro-chemistry. *School Science Review, 64*(227), 377-379.

Leontiev, A. N. (1988). Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In L.S. Vigotskii et al. (Eds.) *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem* (pp. 59-84). São Paulo: Ícone/Editora da Universidade de São Paulo

Macêdo, P. (2014). *Investigando as relações sistêmicas homem-ambiente-teia alimentar à luz do Modelo das Múltiplas Perspectivas de Aprendizagem-MoMuP*. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/rkodrrk

Mariotti, H. (2000). *As paixões do ego: complexidade, política e solidariedade*. São Paulo: Palas Athena.

Núnez I. B. (2009). *Vygotsky, Leontiev e Galperin: Formação de conceitos e princípios didáticos*. Brasília: Liber libro.

Sá, R, G, B de. (2017). *Construção de conceitos da biologia na perspectiva sistêmico-complexa a partir do MOMUP-PE, articulado à teoria histórico-cultural.* (Tese de doutoramento,

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/wdq7t7c

Sá, R.G.B. (2007). *Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife). Retirado de https://tinyurl.com/qtnkvr2

Suchting, W. A. (1992). Constructivism deconstructed. *Science & Education, 1*, 223–254. doi:10.1007/BF00430275

DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BIOQUÍMICOS RELACIONADAS À NATUREZA SISTÊMICO-COMPLEXA DO CONCEITO

Risonilta Germano Bezerra de Sá, Zélia Maria Soares Jofili, Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão

UFRPE (BRASIL)
risogermano@gmail.com

Resumo

Este estudo faz parte de uma pesquisa, que teve como objetivo traçar o perfil evolutivo do conceito de respiração, em diferentes momentos da escolaridade. Originalmente trabalhamos com cinco grupos e, para este estudo, escolhemos o 4º grupo, composto por nove (9) Licenciandos em Biologia de uma universidade pública. Utilizamos elementos do método clínico piagetiano na interpretação dos dados coletados, observando os recursos cognitivos evocados para interpretar as situações problematizadas e disponibilizadas para o grupo, no estudo do Metabolismo de Carboidratos. Durante as atividades vivenciadas, observamos algumas fragilidades na construção conceitual e, após a análise dos dados coletados, as identificamos como limitantes na mediação simbólica. Na ausência de uma literatura pertinente sobre tais dificuldades, as caracterizamos considerando: (a) respostas que se referenciam no conhecimento científico e nas teorias que dão suporte ao entendimento dos mecanismos utilizados na gênese do conhecimento; e (b) concepções dos estudantes à luz dos diferentes modelos construídos historicamente sobre respiração. São elas: Efeito de distorção: interpretação de um fato ou fenômeno de forma distorcida, envolvendo conceitos de natureza abstrata; Agregação desorganizada: baseada nos estudos de Bachelard (1996) sobre obstáculos verbal e do conhecimento geral, caracteriza-se por respostas vagas a qualquer questionamento, através de falsas explicações, utilizando uma única palavra explicativa funcionando como uma imagem; Complexidade do conteúdo: conceitos que, ao serem formulados, precisam ter seus elementos abstraídos e isolados, para serem examinados separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte; Lacunas conceituais: significam falta de informações adequadas para interpretar os fenômenos ocorridos, no nível abstrato da formação conceitual; Visão fragmentada: quando se reduz um todo a seus constituintes fundamentais e se tenta explicar os fenômenos a partir deles, não compreendendo as atividades do sistema como um todo; Transição entre níveis de realidade: dificuldade em transitar do conceito aprendido e formulado a partir da mediação simbólica à novas situações concretas e vice versa; Apartheid cognitivo: quando se cria um compartimento para o conhecimento científico incompatível com sua visão de mundo e por não ter significado para sua vida; Conflito cognitivo: quando o indivíduo, diante de uma situação nova, aplica uma lógica argumentativa baseada em seus esquemas conceituais, não considerando os novos elementos postos para análise, procurando, com isso, criar uma zona de conforto cognitivo; Relação conceitual cruzada: relação conceitual entre uma categoria conceitual com atributos de outra categoria; Justificativa *ad hoc:* construída a partir do fenômeno observado de forma particularizada. Identificar essas dificuldades configura-se como uma etapa na formação conceitual, uma vez que os esquemas construídos pelos estudantes, mediados pela experiência individual, são significativos o bastante para constituir uma barreira na evolução conceitual. Elucidar, portanto, os processos cognitivos evocados por parte dos estudantes, durante a construção mediada de conceitos biológicos de natureza abstrata, representam um salto qualitativo no desenvolvimento de metodologias de aprendizagens no ensino dos conceitos biológicos abstratos.

Palavras-chave: Dificuldades de Aprendizagem; Conceitos de Bioquímica; Ensino de Biologia; Formação de Conceitos; Conceitos Abstratos.

INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações ainda existente no contexto do ensino-aprendizagem é a de conhecer os mecanismos pelos quais o aluno aprende determinado conceito, bem como esse processo pode ser facilitado. Essa necessidade, faz com que o professor reflita sobre a sua ação

e, para isso, procura teorias que possam fornecer instrumentos de análise e reflexão sobre a prática pedagógica. Na literatura encontramos tanto nas funções psicológicas em Vigotski quanto nos sistemas de conhecimento em Piaget, elementos que podem ser estudados, enquanto processos de formação conceitual. Os dois percebem o indivíduo destacando a sua atividade na construção do conceito e o caráter qualitativo neste processo. Em relação ao desenvolvimento do pensamento, identificamos em Vigotski, a fala representando o processo do pensamento verbal diretivo na elaboração conceitual, uma vez que permiti de forma ativa a atenção, abstrair traços, sintetizá-los e simbolizá-los através de um signo. No entanto, embora diretivo não é determinante, visto que seus estudos confirmam que "[...] o desenvolvimento do pensamento verbal é possível usando-se o significado das palavras como unidade analítica" Vygotsky (2005, p.151). Nesse contexto, o autor afirma que o uso da palavra como mediadora na formação de conceitos "é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência" (Vygotsky, 2005, p. 73).

Apesar de termos atualmente uma literatura diversificada de metodologias voltadas para a aprendizagem de conceitos de diferentes naturezas, se faz necessário que o professor compreenda como seu aluno aprende. Para Vigotski (1999) a compreensão dos processos que resultam na formação de conceitos está relacionada aos mecanismos que o indivíduo é capaz de acionar diante de uma situação, que exija o exercício de um trabalho mental. Isso significa entender quais são as relações necessárias para que se estabeleça uma dinâmica capaz de favorecer, de forma efetiva, a aprendizagem. Tudo isso toma uma dimensão maior quando se percebe que a formação de conceitos deve ser considerada "como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio" (Vigotski, 1999 p. 73).

Enquanto professores observamos a grande dificuldade que nossos alunos apresentam, ao relacionar o conhecimento aprendido na resolução de situações do cotidiano, tornando-se um conhecimento próprio do ambiente escolar. Assim, tanto os conhecimentos trabalhados em Ciências bem como os trabalhados em Biologia, por terem um conteúdo muito específico, amplo, detalhado e em diferentes níveis de realidade, acabam sendo identificados como sendo conceitos de compreensão e aplicação exclusivamente em sala de aula de aula.

Este estudo apresenta e nomeia algumas dificuldades de aprendizagem, diagnosticadas durante o estudo sobre elaboração conceitual de respiração humana Sá (2007), a partir da construção do perfil evolutivo do conceito de respiração. Posteriormente, encontramos em Sá (2015), em outro estudo envolvendo a construção do conceito de metabolismo dos carboidratos e suas vias metabólicas, outras dificuldades bem específicas ao conceito aprofundado. Nas análises dessas dificuldades observamos que as mesmas funcionaram como obstáculos ora epistemológicos ora cognitivo no processo de evolução conceitual. Compreendê-las a partir de sua gênese, configura um avanço na prática pedagógica oportunizando a elaboração de mecanismos pedagógicos que proporcione ao estudante avançar na elaboração conceitual.

Formação do conceito científico a partir de uma visão sóciointeracionista

Para Vygotsky (2005) a formação de conceitos é tida como algo além da unificação de impressões desordenadas, identificada como típica do pensamento por complexos, ou seja, vê a necessidade de "abstrair, isolar elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte. " (Vygotsky, 2005, p.95). Contudo, o autor ressalta a importância de unir e separar os componentes constituintes de um conceito para analisá-los e compreendê-los. Para o autor o conceito "[...]só aparece quando os traços abstraídos são sintetizados novamente, e a síntese abstrata daí resultante torna-se o principal instrumento do pensamento". (Vygotsky, 2005, p.98). Os conceitos oriundos da experiência pessoal foram classificados por Vigotski como conceitos cotidianos ou espontâneos e os elaborados a partir da experiência escolar como conceitos científicos. O teórico destaca ainda a importância do estudo do conceito científico como forma de compreender os mecanismos necessários para a sua construção, enfatizando que "os conceitos científicos e espontâneos diferem quanto à sua relação com a experiência da criança, e quanto à atitude da criança para com os objetos" (Vygotsky, 2005, p. 108), podendo se diferenciar na sua construção do início até o fim. O teórico identifica, no estudo dos conceitos científicos, importantes implicações para a educação e afirma que "descobrir a complexa relação entre o aprendizado e o desenvolvimento dos conceitos científicos é uma importante tarefa prática" (Vygotsky, 2005, p. 109).

Em seus estudos sobre o processo de formação de conceitos nas suas diferentes fases evolutivas, considerou que "para se iniciar o processo, é necessário confrontar o sujeito com a tarefa" (Vygotsky, 2005, p. 72), introduzindo gradualmente os meios para a solução do problema apresentado ao sujeito. Alerta, porém, que a existência de um problema por si só, não pode ser considerado a causa do processo. Explica, ainda, que é importante considerar o uso do signo, ou palavra, como mediador dos processos mentais estabelecidos para a solução do problema. O teórico defende ainda que o "conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim, uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento e da solução de problemas" (Vygotsky, 2005, p. 66-67).

Ao estudar a formação de conceitos em todas as suas fases dinâmicas, o teórico apresentou o problema ao sujeito logo de início, permanecendo o mesmo até o final. Concluiu que: A formação de conceitos é tida como resultado de uma atividade complexa, onde todas as funções intelectuais básicas tomam parte. Contudo, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Para o teórico todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo ou palavra, identificados como mecanismos facilitadores pelo qual são conduzidas as operações mentais (internalização).

Perfil conceitual

Mortimer (2000) propôs um modelo para análise da evolução conceitual significando uma tomada de consciência do contexto onde as concepções são aplicadas. Sugere que a aprendizagem no ensino das Ciências deve promover a evolução dos perfis conceituais dos estudantes. Caracteriza o perfil conceitual como sendo um sistema supraindividual de formas de pensamento podendo ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura. É dependente do contexto, uma vez que é fortemente influenciada pelas experiências de cada indivíduo. É depende também do conteúdo, tendo em vista que para cada conceito em particular, tem-se um perfil diferente. (Mortimer ,2000)

Segundo o autor o indivíduo ao iniciar seu contato com os conceitos científicos, forma em sua mente, o que denomina de "perfil conceitual", identificado como sendo um conjunto de duas ou mais visões para um mesmo conceito. Esse conjunto comporta simultaneamente as concepções cotidianas e científicas, não importando que sejam conflitantes entre si. As Zonas que são estabelecidas no Perfil Conceitual diferem entre si, não apenas pela questão epistemológica, mas também pelos aspectos ontológicos do conceito (El-Hani & Bizzo, 1999). Para cada zona do perfil conceitual identificada, corresponde uma forma de pensar a realidade e com um determinado domínio ou contexto a que essa forma se aplica (Amaral & Mortimer, 2001). A intenção de Mortimer (2000) ao estabelecer a noção de perfil conceitual foi a de introduzir novas características para descrever a evolução das ideias, tanto no espaço da sala de aula quanto nos indivíduos, mostrando ser possível às pessoas representarem as ideias a sua volta de diferentes formas.

Evolução conceitual

Bastos (2004) afirma que muitos trabalhos publicados fazem críticas às propostas construtivistas para o ensino das ciências considerando o ensino por mudança conceitual, a exemplo de Solomon (1994); Mortimer (1995; 2000); Osborne (1996); Matthews (2000); Cachapuz (2000) e Laburú e Carvalho (2001). El-Hani e Bizzo (1999) relacionam esses sinais de esgotamento ao fato de que "o consenso em torno das suposições centrais do construtivismo pode não ser suficiente para delimitar um domínio paradigmático único, não sendo mais que o resultado de pontos de concordância entre abordagens diferentes" (p. 7). Bastos (2004), porém, faz uma análise crítica em relação ao construtivismo considerado. Ele explica que várias ideias têm sido abrigadas sob o rótulo de "construtivismo" e o uso desse rótulo em vários debates faz com que uma crítica específica, no caso, ensino por mudança conceitual se confunda com outras ideias e teorias também conhecidas como construtivistas. O autor continua em sua análise, afirmando que os modelos e propostas resultantes dessa análise crítica, como por exemplo, o ensino por pesquisa, encontrado nos estudos de Cachapuz (2000); Gil Pérez et al. (1999a & 1999b); e o ensino a partir do perfil conceitual proposto por Mortimer (2000), apoiam-se, também, em bases teóricas fornecidas pelo construtivismo (Piaget, Vygotsky, entre outros) (El-Hani & Bizzo, 1999).

El-Hani e Bizzo (1999) consideram que os estudantes não abandonam suas concepções a partir de exposições de conceitos científicos com as quais se encontram em conflito. Explicam ainda ser preciso o aluno reconhecer as próprias crenças preexistentes e tecer uma apreciação de seu valor e de sua precisão diante de novas informações para, então, decidir reestruturar o conhecimento.

É possível levar o aluno a compreender os conceitos e as teorias científicas, sem esperar que ele venha a crer naqueles conceitos ou considerar aquelas teorias válidas ou verdadeiras. “Neste caso, não se pode dizer que houve troca conceitual. No entanto, pode-se dizer que houve mudança do perfil conceitual do aluno” (El-Hani & Bizzo, 1999, p. 18).

Mortimer (2000) propôs um modelo diferente para análise da evolução conceitual em sala da aula. Este modelo se caracteriza pela ideia de que a construção de novos conceitos não pressupõe o abandono dos conceitos espontâneos, mas sim uma tomada de consciência do contexto onde as concepções são aplicadas. Mortimer (1995) sugere que a aprendizagem no ensino das Ciências deve promover a evolução dos perfis conceituais dos estudantes que define como sendo um sistema supra-individual de formas de pensamento podendo ser atribuído a qualquer indivíduo pertencente a uma mesma cultura, portanto, dependente do contexto, uma vez que é fortemente influenciada pelas experiências distintas de cada indivíduo; e dependente do conteúdo, já que, para cada conceito em particular, tem-se um perfil diferente. (Mortimer, 2000, p. 80).

Segundo Mortimer (2000), o indivíduo, ao iniciar seu contato com os conceitos científicos forma, em sua mente, o que denomina de “perfil conceitual”. El-Hani e Bizzo (1999) apresenta um esquema explicando de que forma a visão de mundo pode influenciar no processo de construção conceitual ou seja: Visão de Mundo conforme a Figura 1.

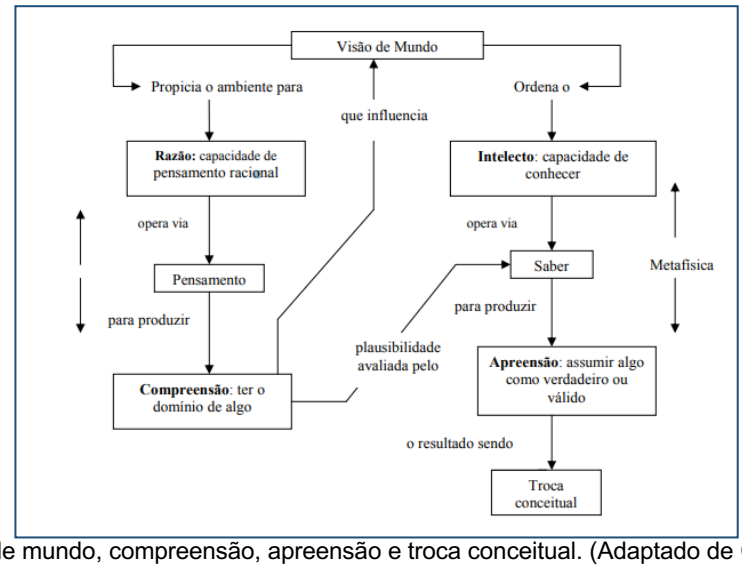


Figura 1. Visão de mundo, compreensão, apreensão e troca conceitual. (Adaptado de Cobern, 1996 por El- Hani e Bizzo, 1999)

Esse conjunto comporta, simultaneamente, as concepções cotidianas e científicas, mesmo que sejam incompatíveis entre si. Da mesma forma que o perfil epistemológico, o perfil conceitual estabelece uma hierarquia entre as diferentes zonas na construção de conceitos, por conter categorias de análise com poder superior às anteriores. Essas zonas, porém, diferem entre si não apenas pela questão epistemológica, mas também pelas características ontológicas (Aguiar Jr, 2001).

Segundo Amaral e Mortimer (2001) as zonas pertencentes a um perfil conceitual podem estar relacionadas com uma forma de pensar e com um determinado domínio, ou contexto, a que essa forma se aplica. Outra característica importante do perfil conceitual é a de que seus níveis considerados pré-científicos não são fundamentados em nenhuma escola filosófica, mas sim nos compromissos ontológicos e epistemológicos dos indivíduos, características estas fortemente influenciadas pela cultura (Mortimer, 2000). A intenção de Mortimer (2000) ao estabelecer a noção de perfil conceitual foi a de introduzir novas características para descrever a evolução das

ideias, tanto no espaço social da sala de aula quanto nos indivíduos, mostrando ser possível às pessoas representarem as ideias a sua volta de diferentes formas.

Baseadas na noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer, desenvolvemos, em trabalho anterior (Sá, 2007), a ideia de perfil evolutivo conceitual, a partir das concepções de estudantes desde o ensino fundamental até a Pós-Graduação Stricto Sensu, sobre respiração. Enquanto o objeto de análise no perfil conceitual é o indivíduo, no perfil evolutivo conceitual estamos propondo analisar como o conceito de respiração se formou ao longo da escolaridade dos indivíduos em estudo. Com a descrição do perfil evolutivo conceitual, esperava-se conhecer de que forma esse conceito foi construído e quais as relações estabelecidas entre os conceitos espontâneos e as novas ideias construídas. Neste estudo, enfocaremos as concepções de pós-graduandos em Bioquímica, sobre o processo de respiração celular.

Marco histórico: conceito de respiração

A respiração humana é percebida pelos estudantes, principalmente no Ensino Fundamental, como sendo um processo que pode ser visualizado a partir dos movimentos pulmonares, envolvendo uma troca gasosa com o ar atmosférico, chegando muitas a ser confundido com a circulação sanguínea.

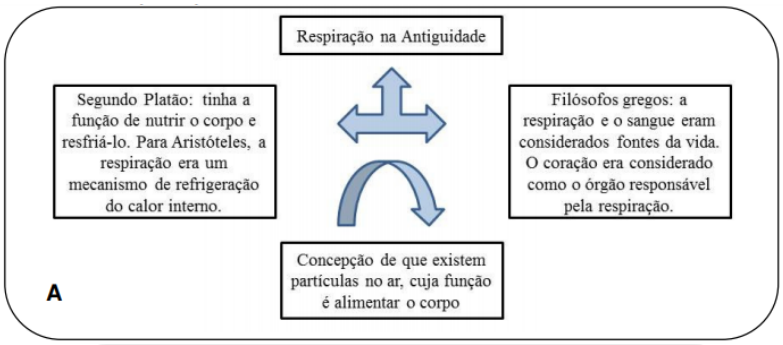


Figura 2. Concepções sobre respiração: Vitalista.

Em estudos com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental sobre o conceito de respiração pulmonar, encontramos evidências de que as ideias dos estudantes são marcadas pela experiência cotidiana. Por exemplo, relacionam o processo respiratório com o circulatório porque conseguem associar a frequência respiratória com a frequência cardíaca numa experiência de correr (Sá, 2007). Alzate (2001) realizou um levantamento acerca do campo conceitual de respiração incorporando um movimento de mudança ao longo do tempo, apresentamos esse panorama nas Figuras 2 e 3.

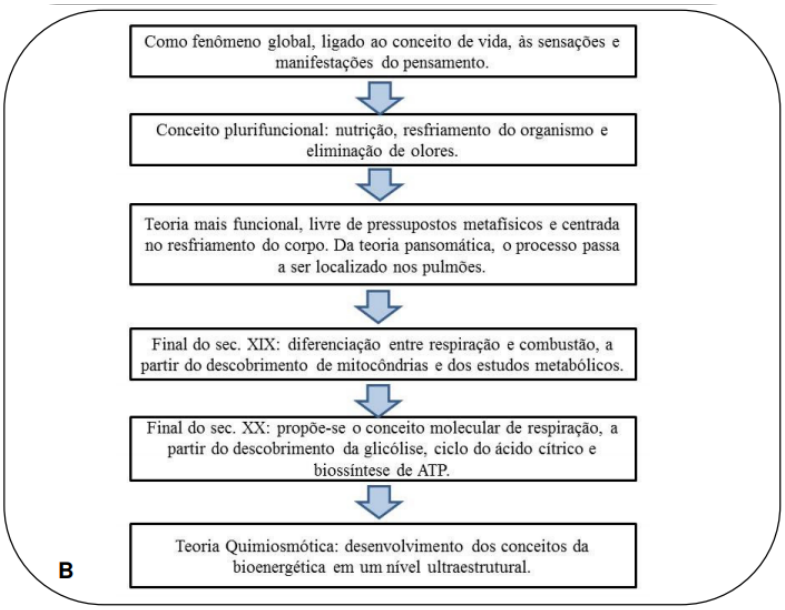


Figura 3. Concepções sobre respiração: Determinista

METODOLOGIA

Reconhecendo a complexidade existente no estudo da evolução conceitual e a necessidade de estudos longitudinais, onde as concepções alternativas fazem-se presentes em determinadas estapas de elaboração conceitual, nos aproximamos do método clínico, utilizado por Piaget nos estudos da inteligência e psicologia do desenvolvimento do indivíduo em evolução.

As atividades foram elaboradas de forma diversificada (Figuras 4, 5 e 6), com o objetivo de obter o máximo de diversidade de concepções sobre a respiração. Utilizamos questões discursivas, leitura e interpretação de gráficos, desenho do corpo humano para identificar os órgãos envolvidos no processo respiratório, construção e interpretação de modelo conceitual em sala, elaboração de esquemas mentais por parte dos estudantes e análise de situações-problema. Como resultados, obtemos dados para traçar o perfil conceitual de respiração, porém os dados mais significantes se apresentaram como sendo as dificuldades na elaboração do conceito, no processo de evolução conceitual que exige uma mediação simbólica. Estes resultados foram extremamentes significantes na elucidação da elaboração conceitual, pois apontaram para alguns conflitos cognitivos que estamos identificando neste trabalho, de **dificuldades na aprendizagem de conceitos sistêmico-complexo**. Mas adiante, em um outro estudo mais verticalizado na compreensão dos conceitos que envolvem a respiração celular, novas dificuldades foram diagnósticadas por nós. Como não encontramos na literatura, estudos semelhantes, as denominamos de acordo com o nível de interação sujeito/objeto.

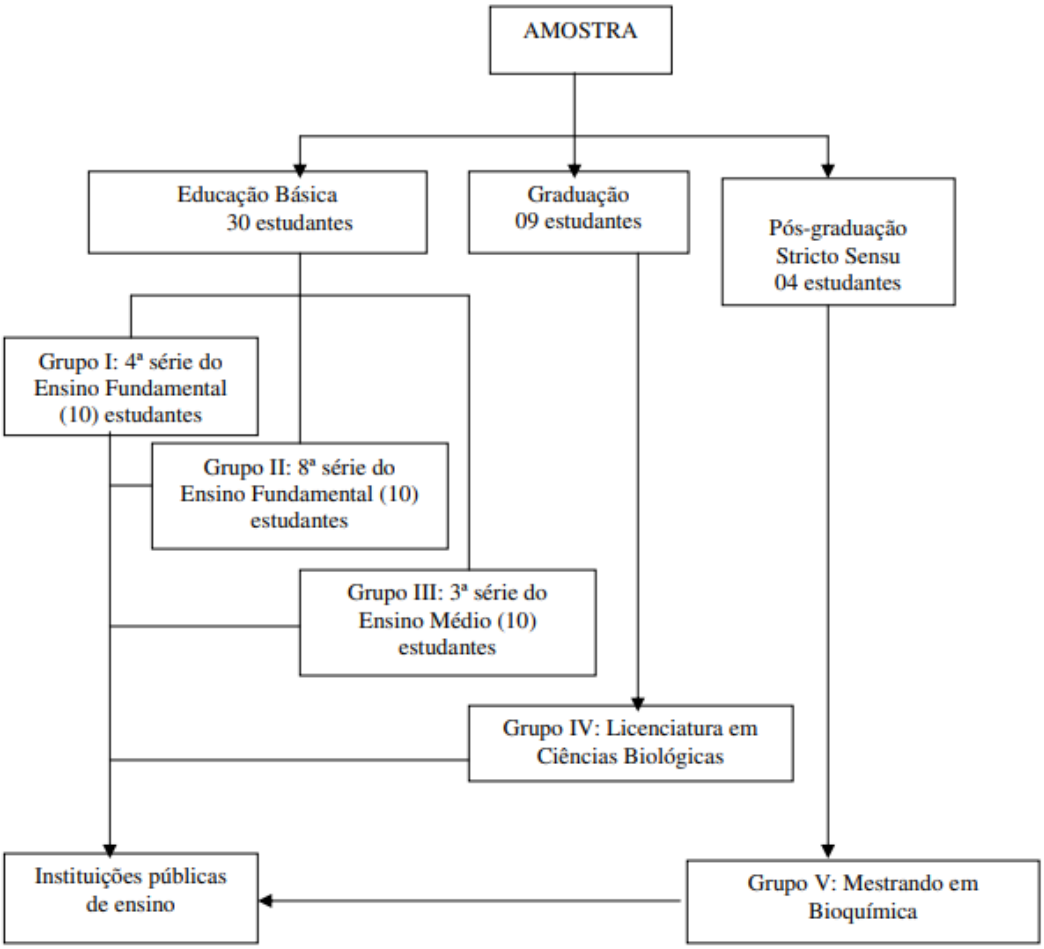


Figura 4. Amostra

Grupos I e II: As atividades foram aplicadas em três etapas:

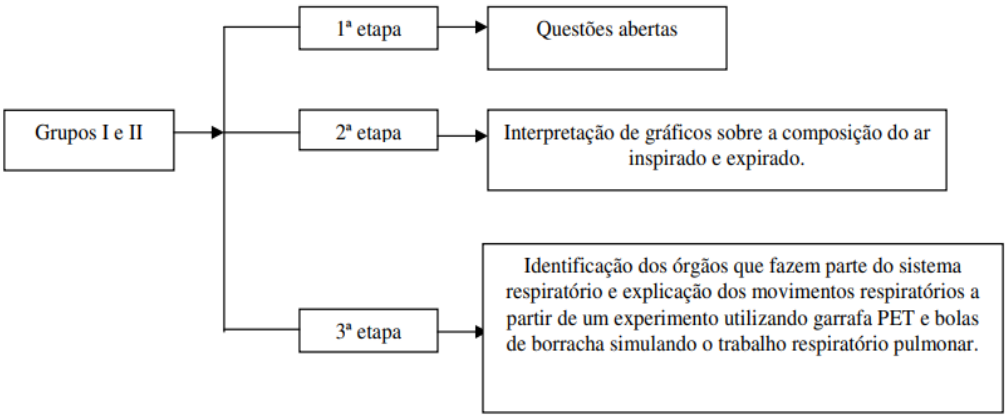


Figura 5. Atividades Grupos I e II

Grupo III: As atividades foram aplicadas nas seguintes etapas:

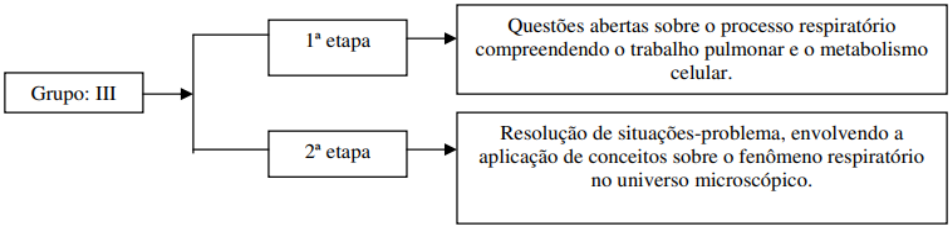


Figura 6. Atividades Grupo III

Grupos IV e V: As atividades foram aplicadas em três etapas:

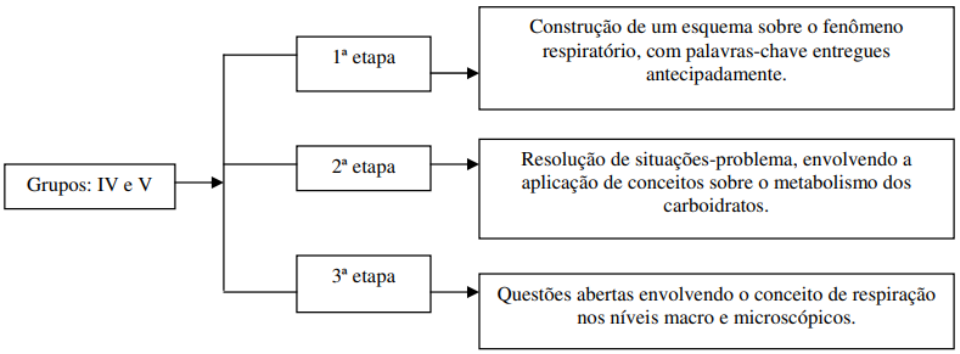


Figura 7. Atividades Grupos IV e V

CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DOS DADOS

Para análise das dificuldades foram criadas, a partir das respostas dos estudantes, as seguintes categorias: efeito de distorção; agregação desorganizada; complexidade do conteúdo; lacunas conceitiuais; visão fragmentada; transição entre níveis de realidade; apartheid cognitivo, conflito cognitivo; relação conceitual cruzada e Justificativa *ad hoc.*

RESULTADOS

Após as análises das respostas dos estudantes, foi possível construir um quadro com as dificuldades percebidas, e conceituá-las de acordo com o pensamento articulado na compreensão dos fenômenos propostos, através das atividades vivenciadas.

Em relação ao fenômeno de respiração humana as categorias foram traçadas a partir das análises das concepções alternativas diagnosticadas nas respostas dos estudantes. A maioria das dificuldades envolve a construção de conceitos que necessitam ser formulado num plano abstrato e depois traduzido através da linguagem e contextualizado em situações do cotidiano. Encontramos neste processo situações interessantes e que merecem um estudo a parte.

Apresentamos na Figura 8 as dificuldades que diagnosticamos e seus significados, na interpretação dos dados relacionados ao processo de aprendizagem no ensino de conceitos biológicos, realizados pelos estudantes, em nosso estudo.

Dificuldade	Significado
Efeito da distorção	Interpretação de um fato ou fenômeno de forma distorcida, envolvendo conceitos de natureza abstrata.
Agregação desorganizada	Baseada nos estudos de Bachelard (1996) sobre obstáculos verbal e do conhecimento geral, caracteriza-se por respostas vagas a qualquer questionamento, através de falsas explicações, utilizando uma única palavra explicativa funcionando como uma imagem.
Complexidade do conteúdo	Conceitos que, ao serem formulados, precisam ter seus elementos abstraidos e isolados, para serem examinados separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte.
Lacunas conceituais	Significam falta de informações adequadas para interpretar os fenômenos ocorridos, no nível abstrato da formação conceitual.
Visão fragmentada	Quando se reduz um todo a seus constituintes fundamentais e se tenta explicar os fenômenos a partir deles, não compreendendo as atividades do sistema como um todo.
Transição entre níveis de realidade	Dificuldade em transitar do conceito aprendido e formulado a partir da mediação simbólica à novas situações concretas e vice versa.
Apartheid cognitivo	Quando se cria um compartimento para o conhecimento científico incompatível com sua visão de mundo e por não ter significado para sua vida.
Conflito cognitivo	Quando o indivíduo, diante de uma situação nova, aplica uma lógica argumentativa baseada em seus esquemas conceituais, não considerando os novos elementos postos para análise, procurando, com isso, criar uma zona de conforto cognitivo.
Relação conceitual cruzada	Relação conceitual entre uma categoria conceitual com atributos de outra categoria.
Justificativa *ad hoc*	Construída a partir do fenômeno observado de forma particularizada.

Figura 8. Dificuldades de aprendizagem na construção de conceito científico.

CONCLUSÕES

Após análise de todos os dados foi possível elaborar um quadro com as dificuldades apresentadas na elaboração conceitual. Os levantamentos das concepções dos estudantes possibilitou a leitura da compreensão do conceito de respiração em diferentes etapas da escolarização.

As dificuldades apresentadas no processo de aprendizagem colaboram para que o estudante muitas vezes, permaneça num plano de esquemas, procedimento e ritual não passando para um nível superior dos princípios e das explicações que permitam a superação das ideias preconcebidas.

Essas dificuldades podem estar relacionadas aos processos de mediação, a partir da capacidade de regular seus processos mentais através de meios auxiliares como palavra e signo, tendo em vista que na formação de conceitos se estabelece uma relação abstrata e unitária entre os objetos. A partir dos estudos de Vigotski, observamos que na formação de conceitos a palavra se destaca como tendo uma função diretiva para a formação dos conceitos, pois permite centrar de forma ativa a atenção, abstrair traços, sintetizá-los e simbolizá-los através de um signo.

Considerando as ideias de Vigotski, observamos nas respostas dos estudantes às atividades propostas, alguns obstáculos que podem dificultar a mediação do pensamento necessário na aprendizagem de conceitos tidos como abstratos.

REFERÊNCIAS

Aguiar Jr, O. (2001). Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *3*(1), 1- 25.

Alzate, O.E.T. (2001). *Evolución conceptual desde uma perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración*. (Doctoral thesis, Universidad Autónoma de Barcelona, Espanha). Retirado de https://tinyurl.com/um5ant7

Amaral, E. M. R. do, & Mortimer, E.F. (2001). Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1*(3), 5,18.

Bachelard, G. (1996) *O novo espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto

Bastos, F., Nardi, R., Diniz, R., & Caldeira, A. (2004). *Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências: revisando os debates sobre Construtivismo.* In R. Nardi, F. Bastos, R.E.S. Diniz (Org.), *Pesquisa em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores* (pp. 9-55). São Paulo: Escrituras.

Cachapuz, A.F.C. (Org.) (2000). *Perspectivas de ensino de Ciências* (1 ed.). Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciências.

Cobern. W.W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science education, 80*(5), 579-610.

El-Hani, C.N., & Bizzo, N.M.V. (1999). Formas de Construtivismo: Mudança Conceitual e Construtivismo Contextual. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 4*(1), 40-64.

Gil Pérez, D. et al. (1999a) ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias,17*(3), 503-512.

Gil Pérez, D. et al. (1999b). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias, 17*(2), 311-20.

Laburú, C. E., Carvalho, M. (2001). Controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico no ensino de ciências naturais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1*(1), 57-67,

Matthews, M. S. (2000). Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 17*(3), 270-294.

Mortimer, E. (1995). Conceptual change or conceptual profile? *Science & Education*, *4*, 267-285.

Mortimer, E.F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

Osborne, J.F. (1996). Além do construtivismo. *Science Education*, *80*(1), 53-82.

Sá, R.G.B. (2007). *Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração.* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/qtnkvr2

SÁ, R.G.B. (2015). *Construção de Conceitos da Biologia na Perspectiva Sistêmico-Complexa a partir do MOMUP-PE, articulado à Teoria Histórico-Cultural* (Tese de doutoramento, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/wdq7t7c

Vigotski, L.S. (1999). *Pensamento E Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes**.**

Vigotski, L.S. (2005). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: (RE)CONSTRUINDO CONCEÇÕES E PRÁTICAS CTS[4]

Mónica Seabra, Rui Vieira

Universidade de Aveiro, CIDTFF (PORTUGAL)
monicaseabra@ua.pt

Resumo

Nesta publicação apresenta-se um exemplo concreto de uma intervenção ocorrida no âmbito da Unidade Curricular (UC) de Didática das Ciências Naturais (DCN), do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e de Matemática e CN no 2.º CEB, de uma Instituição de Ensino Superior (IES) universitária portuguesa. A referida intervenção contemplou o desenvolvimento de atividades de cariz Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), nomeadamente atividades formais de sala de aula e uma saída de campo a um contexto real de Ciência e Tecnologia. Procurou-se averiguar o impacte desta intervenção na evolução das conceções CTS das três futuras professoras envolvidas e na transposição didática para o contexto da Prática Pedagógica Supervisionada (PPS). Para a recolha de dados, foi aplicado o questionário *Views On Science Technology Society* – VOSTS de Aikenhead, Ryan & Fleming (1989), na sua versão abreviada de 19 itens e previamente adaptada para Portugal por Canavarro (2000), realizadas entrevistas individuais semi-estruturadas e solicitados os portfólios crítico-reflexivos das futuras professoras, estipulados no plano de formação da IES. Os dados recolhidos e já analisados permitiram constatar que a intervenção parece ser uma abordagem formativa promissora, uma vez que as conceções CTS das três futuras professoras evoluíram favoravelmente para posições consentâneas com o empreendimento científico contemporâneo. Além disso, verificou-se uma transposição didática para o contexto da PPS, na medida em que as futuras professoras, de acordo com o descrito no seu portfolio, promoveram práticas didático-pedagógicas com orientação CTS.

Palavras-chave: Formação inicial de professores; Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); Contextos de Ciência; Conceções e Práticas de Professores.

ENQUADRAMENTO

As atuais medidas e iniciativas de organização do currículo do ensino básico, salientam a urgência de formar cidadãos com competências "que lhes permitam responder aos desafios complexos deste século e fazer face às imprevisibilidades resultantes da evolução do conhecimento e da tecnologia" (Ministério da Educação [ME], 2017). Nesse sentido, a Educação em Ciências, em particular, deve entroncar diretamente numa orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), pois esta visa "a (re)construção de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de atitudes e de capacidades de pensamento, incluindo de pensamento crítico, no contexto da abordagem de assuntos e da resolução de problemas sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia" (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2016, p. 146).

Seguindo de perto autores como Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011) e Kapici, Akckay e Yager (2017), a educação em Ciências com orientação CTS destaca-se pelos seguintes elementos distintivos: (i) valorização de situações problema-reais com impacte pessoal, local e global, potencialmente interessantes para os alunos, para um ensino das Ciências contextualizado, que viabilize o desenvolvimento de competências e que crie condições para que as aprendizagens se tornem úteis no dia a dia numa perspetiva de ação; (ii) envolvimento ativo dos alunos em processos de resolução de situações-problema, de tomada de decisão e de intervenção semelhantes aos da vida em sociedade, através de atividades como debates, pesquisas, projetos de intervenção, entre outros; (iii) focagem em situações-problema que

[4] Este trabalho, enquadrado no projeto de investigação de doutoramento da autora (SFRH/BD/121350/2016), é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/CED/00194/2019.

permitam desocultar as interações CTS; (iv) abordagem das situações-problema num contexto interdisciplinar.

Contudo, parece haver uma lacuna entre a investigação em Didática das Ciências e o que acontece em sala de aula (Comissão Europeia, 2015). Apesar das constantes recomendações internacionais para um ensino das Ciências contextualizado, que proporcione aos alunos aprendizagens aplicáveis ao quotidiano e desenvolver competências úteis para a vida futura, estudos (e.g., Mansour, 2013; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011) continuam a mostrar que um ensino das ciências com os seguintes indicadores: (i) focado na transmissão de informação científica factual a ser memorizada pelos alunos, desconsiderando as capacidades de pensamento, as atitudes e valores; (ii) compartimentado em conteúdos desligados da realidade; (iii) centrado no professor, pouco interativo e sem oferecer oportunidade para os alunos trabalharem cooperativamente e expressarem as suas opiniões e posições; (iv) veiculador de conceções da ciência como um produto histórico, acabado, inquestionável, com verdades absolutas.

Embora existam práticas notáveis no ensino das Ciências, existem questões ineficazes, relacionadas com restrições externas e internas, que impedem uma tradução mais efetiva das conceções dos professores para a sua prática (Buehl & Beck, 2015), nomeadamente a incompatibilidade entre as suas conceções e os propósitos da orientação CTS (Amirshokoohi, 2010). Neste âmbito, importa salientar que alguns autores (e.g., Anderson, 2015; Wilkins, 2008) sustentam a ideia de que as conceções dos professores têm influência nas suas práticas e que outros (e.g., Buehl & Beck, 2015; Mansour, 2013), defendem que o facto de as conceções manifestadas pelos professores irem ao encontro do que social e profissionalmente é aceitável não significa, necessariamente, uma transposição didática para a prática. Em todo o caso, as relações (ou ausência delas) entre as conceções dos professores e as suas práticas, no contexto de uma visão inadequada da Ciência e das suas interligações com a Tecnologia e a Sociedade, podem veicular uma atitude negativa face à Ciência e o desinteresse dos alunos pela sua aprendizagem (Amirshokoohi, 2010).

Neste enquadramento, surge a questão: Quais são as conceções CTS dos professores? Diversos estudos (e.g., Amirshokoohi, 2010; Dikmentepe & Yakar, 2016; Vieira, 2003; Yalvac, Tekkaya, Cakiroglu & Kahyaoglu, 2007), têm evidenciado que os professores, de um modo geral, possuem conceções CTS ingénuas, isto é, afastadas do que atualmente é advogado em visões consentâneas com o empreendimento científico contemporâneo. A título de exemplo: (i) a Ciência é vista como uma acumulação de factos, fenómenos, leis e teorias de carácter universal; (ii) a Ciência e a Tecnologia são encaradas como um empreendimento único (tecnociência) e como progresso económico e, por isso, progresso social; (iii) a Tecnologia é associada a artefactos materiais e equipamentos e é vista como a aplicação da Ciência; (iv) os cientistas são vistos como pessoas rigorosas, socialmente isoladas, despidas de interesses e motivos pessoais.

Uma vez que o professor é o ponto de apoio em que se baseia qualquer proposta de mudança curricular e é aquele que determina o seu sucesso ou o seu fracasso (Comissão Europeia, 2015), urge equacionar o papel das instituições de Ensino Superior (IES) que asseguram a formação inicial de professores (FIP), pois estas assumem um papel nuclear na mudança educacional necessária (Marques & Costa, 2017). Assim, além de se apresentarem e discutirem práticas relevantes que vão ao encontro de uma educação em Ciências com orientação CTS, é preciso adotá-las na FIP, de forma a fomentar o diálogo teoria e prática (Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011).

Dentro desta perspetiva, neste artigo apresenta-se um exemplo concreto de uma intervenção, ocorrida no âmbito da Unidade Curricular (UC) de Didática das Ciências Naturais (DCN), do 1.º ano/2.º semestre do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e de Matemática e CN no 2.º CEB, de uma IES universitário portuguesa. Procurou-se averiguar o impacte desta intervenção na evolução das conceções CTS das futuras professoras envolvidas e na transposição didática para o contexto da Prática Pedagógica Supervisionada (PPS).

METODOLOGIA

Neste estudo, optou-se por uma abordagem de investigação numa perspetiva qualitativa e interpretativa, uma vez que, por força da sua finalidade, se pretendeu fazer um estudo de caso em profundidade, com a intenção de construir significados e conclusões a partir da descrição das perspetivas dos participantes nele envolvidos (Morgado, 2013). Pelo seu caráter naturalista, dinâmico e interativo, o estudo de caso exige o contacto prolongado do investigador com os participantes (Amado, 2014), pelo que a construção de significados sobre as conceções e práticas de três futuras professoras, requereu um acompanhamento das mesmas, ao longo das unidades curriculares de DCN e de PPS, que decorreu ao longo de quase dois anos letivos consecutivos. As futuras professoras que participaram neste estudo, foram escolhidas essencialmente por serem as que se encontravam a frequentar a UC de DCN no ano letivo 2017/18.

Intervenção na UC de Didática das Ciências Naturais

Tratando-se de um estudo orientado para averiguar o impacte nas conceções e práticas CTS das futuras professoras, procurou-se, na intervenção no âmbito da UC de DCN (cerca de 5 meses), contemplar o desenvolvimento de atividades que explorassem explicitamente as inter-relações CTS, nomeadamente atividades formais e uma saída de campo a um contexto real de Ciência e Tecnologia (Laboratório de Microbiologia de uma IES universitário portuguesa). Estas atividades tiveram como referência o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade obrigatória (ME, 2017) e as Aprendizagens Essenciais de CN referentes ao 2.º CEB (ME, 2018).

Em contexto sala de aula, foram desenvolvidas um conjunto de atividades das quais se destacam: (i) o questionário de vinte e oito imagens de Jarvies & Rennie (2000); (ii) o *set* de oito fotografias de Jarvies & Rennie (2000); (iii) o *set* de oito fotografias de Jarvies & Rennie (2000); (vi) a atividade 5 de (Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011); e (v) a controvérsia socio-científica sobre o uso de animais na investigação médica.

Na saída de campo, optou-se pelo Laboratório de Microbiologia, sobretudo pelo facto de ser um laboratório dedicado ao estudo dos microrganismos que é uma das temáticas previstas nas Aprendizagens Essenciais de CN do 6.º ano de escolaridade. Esta visita de aproximadamente duas horas, foi previamente planeada pela investigadora, juntamente com o responsável científico do laboratório, e dinamizada por este. As futuras professoras tiveram a oportunidade de visitar as diferentes valências que compõem o Laboratório e, particularmente na valência dedicada à investigação da resistência a antibióticos e à biologia dos fungos, conheceram e visualizaram: (i) caixas de *petri* com amostras de antibiogramas e com culturas de fungos recolhidos na Região Centro de Portugal; (ii) como se armazenam os microrganismos (observação da câmara frigorífica onde se congelam as amostras utilizando azoto); (iii) de que forma é feita a extração e amplificação do DNA para a identificação dos fungos (visualização de diferentes micropipetas para a extração, do termociclador para a ampliação e do equipamento de eletroforese utilizado para estimar o tamanho dos fragmentos do DNA); (iv) como é realizada a descrição de novas espécies (sequenciação parcial do genoma e comparação com as bases de dados mundiais) e (v) de que modo é feita a observação de fungos (apresentação do microscópio eletrónico de varrimento, seu respetivo funcionamento e visualização de algumas fotografias de fungos tiradas a partir do referido microscópio).

Acompanhamento no contexto da Prática Pedagógica Supervisionada

A Prática Pedagógica Supervisionada é uma UC anual que decorre ao longo dos dois semestres do 2.º ano do mestrado, e teve início quatro meses após o final da UC de DCN. Duas das futuras professoras (que formaram díade), iniciaram a prática no 1.º CEB e uma no 2.º CEB, trocando no 2.º semestre. Uma vez que se pretendia, com o estudo que se apresenta, averiguar o impacte da intervenção na UC de DCN, nas práticas dos futuros professores, a investigadora foi acompanhando as futuras professoras e, perante a intenção das mesma de desenvolverem com os seus alunos atividades CTS no contexto da PPS, assumiu o papel de mediadora, pessoa de recurso, fonte de apoio, motivação e de inquérito. Todo este acompanhamento foi feito via e-mail, através de reuniões presenciais e de observação de algumas aulas.

Recolha e análise de dados

Na recolha de dados, utilizou-se a técnica de inquérito, através da aplicação de um questionário de escolha múltipla e da realização de entrevistas individuais semiestruturadas (no início e no final da intervenção na UC de DCN). No primeiro caso, foi aplicado o "Views-On-Science-Technology-Society" (VOSTS) de Aikenhead, Ryan e Fleming (1989), na sua versão abreviada e previamente adaptada e validada para Portugal por Canavarro (2000), para fazer o levantamento das conceções CTS das futuras professoras, no início e no final da intervenção. Esta versão do VOSTS, possui 19 itens, enquadrados em quatro dimensões que permitem avaliar os tópicos apresentados na tabela 1. Cada item do questionário é composto por uma afirmação inicial seguida por diversas opções de resposta que representam as conceções CTS dos inquiridos.

Tabela 1. Dimensões, itens e respetivos tópicos da versão portuguesa do VOSTS.

Dimensões	Item	Tópico
Ciência e Tecnologia	1	Definição de Ciência
	2	Definição de Tecnologia
	3	Ciência e Tecnologia e qualidade de vida
Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia	4 e 5	Controlo político e governamental da Ciência
	6	Controlo da Ciência pelo setor privado
	7	Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência
Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade	8	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para decisões sociais
	9	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para a criação de problemas sociais e investimento em Ciência e Tecnologia versus investimento social
	10	
	11	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para a resolução de problemas sociais
	12	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para o bem-estar económico
Características dos cientistas	13	Ideologias e crenças religiosas dos cientistas
	14	Vida social dos cientistas
	15	"Efeito do género" nas carreiras científicas
Construção social do conhecimento científico	16	Tomada de decisão sobre questões científicas
Construção social do conhecimento tecnológico	17	Tomada de decisão sobre questões tecnológicas
	18	Controlo público da Tecnologia
Natureza do conhecimento científico	19	Natureza dos modelos científicos

Na versão do questionário VOSTS utilizada neste estudo, é também proposto um esquema de classificação das opções de resposta por três categorias: realista (escolha que expressa uma conceção apropriada da Ciência, consentânea com as atuais visões do empreendimento científico), aceitável (escolha parcialmente legítima mas não totalmente adequada, isto é, coerente com os conhecimento de história, epistemologia e sociologia da Ciência) e ingénua (escolha inapropriada). As três últimas opções de respostas ("Não compreendo", "Não tenho conhecimentos para fazer uma escolha" e "Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o

meu ponto de vista"), surgem sempre em todas as afirmações de cada item do questionário e são classificadas dentro da categoria ingénua. As entrevistas individuais semiestruturadas, audiogravadas e transcritas na sua totalidade, foram realizadas, no início e no final da intervenção, para aprofundar as conceções das futuras professoras expressadas no questionário VOSTS, particularmente as classificadas como ingénuas. A sua análise recorreu ao mesmo sistema categorial do VOSTS e foi validada por um "perito" da área da didática das ciências. As entrevistas realizadas no final da intervenção na UC de DCN (e no final da PPS), também contemplaram questões para recolher evidências acerca das perspetivas das futuras professoras acerca das suas práticas didático-pedagógicas em Estudo do Meio e Ciências Naturais. Nas entrevistas, cada interação verbal do entrevistador (E) e da respetiva futura professora (FPA, FPB, FPC), estão numeradas para mais facilmente se situar e enquadrar, na sequência seguida, os episódios em análise e/ou em apresentação neste contexto.

Além da técnica de inquérito, utilizou-se a técnica de análise documental através dos dois portfólios crítico-reflexivos que cada futura professora deve construir no âmbito da UC de PPS (um relativo às atividades desenvolvidas no 1.º CEB e outro ao 2.º CEB), integrando os trabalhos desenvolvidos no decorrer da mesma (caracterização da realidade pedagógica, planos de aula com a descrição das atividades e estratégias, bem como dos recursos utilizados, reflexões individuais e participação na comunidade escolar) . A análise dos dados obtidos implicou a procura de evidências de um ensino das Ciências com orientação CTS. Para tal, foi utilizado o "Instrumento de Caracterização de Práticas Pedagógico-Didáticas com Orientação CTS" de Vieira (2003), que contempla cinco dimensões de análise: A – Ensino/Papel do professor; B – Aprendizagem/Papel do Aluno; C – Conceção de trabalho experimental, Ciência, cientista, Tecnologia (entre outros); D – Estratégias/Atividades de ensino e de aprendizagem; E – Recursos/Materiais curriculares e F – Ambiente de sala de aula. Todas as dimensões foram analisadas à exceção da dimensão F, pelo facto do Regulamento n.º 792/2018 da UC de PPS da IES universitário onde se desenvolveu o estudo, prever que apenas incumbe às díades e respetivos orientadores cooperantes e docentes orientadores da respetiva IES assistir às aulas lecionadas pelos futuros professores.

Para o tratamento dos dados recolhidos, quer a partir das entrevistas, quer do portfólio, recorreu-se à técnica de análise de conteúdo, uma vez que, segundo Bardin (2000), além de permitir uma rigorosa e objetiva representação dos conteúdos através da sua codificação e possível classificação por categorias, permite o avanço no sentido de captação do seu sentido pleno. No caso das entrevistas, a sua análise recorreu ao mesmo sistema categorial do VOSTS e, no caso dos portfólios foram seguidas as categorias do "Instrumento de Caracterização de Práticas Pedagógico-Didáticas com Orientação CTS". A análise foi validada por um perito em Didática das Ciências.

RESULTADOS

Em primeiro lugar, apresentam-se os resultados relativos às conceções CTS das três futuras professoras envolvidas neste estudo, obtidos através do questionário VOSTS e das entrevistas individuais semiestruturadas, no início e no final da UC de DCN. Posteriormente, relatam-se os resultados obtidos pela análise dos portfólios crítico-reflexivos, relativos à transposição didática das competências desenvolvidas na UC de DCN para o contexto da PPS.

Conceções CTS

A apresentação dos resultados relativos às conceções CTS das futuras professoras será realizada tendo em conta os dois momentos de aplicação do questionário VOSTS e da realização das entrevistas individuais semiestruturadas, no início e no final da intervenção na UC de DCN.

Conceções CTS das futuras professoras no início da UC de DCN

A análise dos dados, permitiu fazer emergir as categorias de resposta sobre as conceções CTS, partilhadas pelas três futuras professoras no início da intervenção na UC de DCN. O quadro seguinte sintetiza, em função das dimensões do questionário VOSTS, o número de resposta

dadas (no questionário e, posteriormente, na entrevista), já enquadradas numa das três categorias de resposta (realista, aceitável e ingénua).

Tabela 2. Categorias de resposta dadas pelas futuras professoras no levantamento das suas conceções CTS no início da UC de DCN.

Itens	Questionário VOSTS			Entrevista		
	Realista	Aceitável	Ingénua	Realista	Aceitável	Ingénua
1, 2 e 3	2	0	1	2	0	1
	2	0	1	1	0	2
	2	0	1	2	0	1
4, 5, 6 e 7	1	2	0	1	2	0
	0	1	2	0	1	2
	2	0	1	2	0	1
	0	0	3	0	0	3
8, 9, 10, 11 e 12	2	1	0	2	1	0
	1	1	1	1	2	0
	3	0	0	3	0	0
	2	1	0	2	1	0
	2	0	1	2	0	1
13, 14 e 15	0	1	2	0	1	2
	1	0	2	2	0	1
	2	1	0	2	1	0
16	1	1	1	2	1	0
17 e 18	0	3	0	0	3	0
	1	2	0	1	2	0
19	0	2	1	0	3	0
Total	**24**	**16**	**17**	**25**	**18**	**14**

Da análise da tabela 2, verifica-se que as futuras professoras, na totalidade das questões, quer no questionário VOSTS, quer na entrevista, evidenciaram um resultado mais elevado para conceções CTS realistas. De um modo geral, pode-se, portanto, depreender que as futuras professoras parecem evidenciar uma maturidade relativamente às inter-relações que existem entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Ainda assim, prevaleciam conceções ingénuas nos seguintes tópicos do questionário VOSTS: (i) Definição de Tecnologia (Item 2); (ii) Controlo político e governamental da Ciência (Item 18); (iii) Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência (Item 7) e (iv) Ideologias e crenças religiosas dos cientistas (Item 13).

No que diz respeito à "Definição de Tecnologia" (Item 2), nas entrevistas foi possível constatar que as futuras professoras revelam conceções maioritariamente ingénuas, considerando a Tecnologia como a aplicação da Ciência e como um conjunto de instrumentos técnicos. Esta perspetiva instrumental da Tecnologia que está subordinada à Ciência e de que não é mais do

que a sua aplicação no quotidiano, é visível nas seguintes interações que se obtiveram com duas das futuras professoras:

> FPA26 – [...] porque se não tivesse o objetivo de (...) de pretender fazer algo (...) a tecnologia não servia para nada ou servia apenas para as novas tecnologias mas assim tem mais um fim digamos assim que é o de servir a ciência (...) ser uma aplicação da ciência

> FPB60 - como aqui levei muito a tecnologia para (...) para invenções mesmo tecnológicas ou seja informática fábricas e esse tipo de (...) maquinaria vá

Esta conceção, que coloca a Tecnologia num plano subsidiário à Ciência, foi também encontrada em estudos levados a cabo com futuros professores de Ciências, nomeadamente o de Yalvac et al. (2007).

Em relação ao tópico "Controlo político e governamental da Ciência" (Item 18), as conceções ingénuas mantiveram-se na entrevista. As futuras professoras evidenciaram um desconhecimento da influência sociopolítica a que o cientista está sujeito, conforme ilustra o raciocínio da futura professora B, "[...] imaginemos, o governo quer que que se investigue uma área, no entanto os cientistas acham que outra área é mais importante, eu acho que se eles [os cientistas] apresentarem uma investigação e fundamentos que validem mais a sua perspetiva (...) acho que o governo até pensa e apoia (...) até porque há muitas pessoas no governo que se calhar não estão muito por dentro dessas áreas que os cientistas querem investigar e é preciso eles explicarem e fundamentarem as suas teorias (...) se eles apresentarem fundamentos e argumentos válidos claro que o governo apoia acho eu" (FPB46; FPB47).

No tópico "Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência" (Item 7), quer no questionário VOSTS, quer na entrevista, as três futuras professoras evidenciam no seu discurso que instituições ou grupos que se opõem a determinados campos de investigação, não exercem influência na condução de determinadas investigações "porque a última palavra cabe aos cientistas".

Relativamente ao tópico "Ideologias e crenças religiosas dos cientistas" (Item 13), na entrevista, as conceções de duas futuras mantiveram-se ingénuas, considerando que as crenças religiosas não afetam o seu trabalho e evidenciando nos seus discursos uma diferença entre o "ser" e o "dever": "[...] as crenças religiosas não devem entrar no trabalho do cientistas [...] se é um cientista tem que trabalhar em prol da humanidade, portanto as crenças religiosas obviamente não devem entrar" (FPC52; FPC56). O cientista é, portanto, visto por um prisma idealista, como alguém imune às crenças religiosas, bem como, tal como se constatou no tópico anterior, à influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência.

Tal quadro de conceções é congruente com as obtidas em outros estudos com futuros professores de Ciência, tais como o já mencionados e outros, nomeadamente nos estudos de Amirshokoohi (2010) e Dikmentepe & Yakar (2016), onde os futuros professores mostraram conceber as teorias científicas acima das políticas, ideologias, crenças religiosas, valores morais ou motivações pessoais.

Conceções CTS das futuras professoras no final da UC de DCN

No final da intervenção na UC de DCN, em termos comparativos, e tal como se pode constatar na tabela 3, verificou-se que o número de respostas realistas e aceitáveis aumentou, tendo o número de respostas ingénuas diminuído consideravelmente.

De um modo geral, no final da UC de DCN, foi evidente a evolução para uma imagem contextualizada da Ciência. Ainda assim, duas das futuras professoras mantiveram a conceção ingénua do tipo "não existência de influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência" e manifestaram uma regressão das conceções de realista e aceitável para ingénua nos tópicos "Contribuição da Ciência e da Tecnologia para a resolução de problemas sociais" (futura professora B), "Tomada de decisão sobre questões científicas" (futura professora B) e "Vida social dos cientistas" (futura professora C). Esta inconsistência, parece evidenciar que as visões sobre estes tópicos ainda não estão totalmente (re)construídas, o que poderá estar relacionado com o facto de: (i) as respostas dadas ao questionário consideradas realistas e aceitáveis não serem exploradas em entrevista o que poderá significar que apesar de optarem, no questionário, por uma opção de resposta realista ou aceitável, a conceção poder ser ingénua e (ii) de esses

tópicos em específico não terem sido explicitamente explorados no decorrer da intervenção na UC de DCN.

Tabela 3. Categorias de resposta dadas pelas futuras professoras no levantamento das suas conceções CTS no final da UC de DCN.

Itens	Questionário VOSTS			Entrevista		
	Realista	Aceitável	Ingénua	Realista	Aceitável	Ingénua
1, 2 e 3	1	2	0	1	2	0
	3	0	0	3	0	0
	1	0	2	3	0	0
4, 5, 6 e 7	1	2	0	1	2	0
	1	2	0	1	2	0
	2	0	1	2	1	0
	0	1	2	0	1	2
8, 9, 10, 11 e 12	2	1	0	2	1	0
	0	2	1	0	2	1
	3	0	0	3	0	0
	1	1	1	1	2	0
	2	0	1	2	0	1
13, 14 e 15	1	2	0	1	2	0
	2	0	1	2	0	1
	3	0	0	3	0	0
16	2	0	1	2	0	1
17 e 18	2	1	0	2	1	0
	2	0	1	2	0	1
19	0	3	0	0	3	0
Total	**29**	**17**	**11**	**31**	**19**	**7**

Práticas CTS

Relativamente ao impacte da intervenção na UC de DCN na transposição didática para o contexto da PPS, importa começar por salientar que as três futuras professoras contactaram, através de e-mail, a investigadora, numa primeira instância, para pedir apoio para a construção de um plano de aula que teria como objetivo levar um cientista à sala de aula. Contudo, apenas as futuras professoras A e B, que formavam uma díade, planearam (juntamente com a investigadora e a professora cooperante) e implementaram uma aula com um cientista convidado. Além desta aula, houve um apoio contínuo no desenvolvimento de diferentes planos de aula (sobretudo no 2.º semestre), solicitado pela díade. Ainda assim, foram analisados os seis portfólios crítico-reflexivos (três relativos ao 1.º semestre e três relativos ao 2.º semestre) das três futuras professoras, tendo por base o já referido Instrumento de Caracterização de Práticas Pedagógico-Didáticas com Orientação CTS de Vieira (2003). Apresentam-se, de seguida, os

resultados por dimensão de análise do respetivo instrumento, à exceção da dimensão F – Ambiente de sala de aula, pelo motivo já apresentado secção 2.3. do presente artigo.

No que concerne, à dimensão **A – Ensino/Papel do Professor**, parece ter havido uma preocupação, por parte das futuras professoras A e B, em contextualizar o processo de ensino e de aprendizagem que na, maioria das aulas de Estudo do Meio e Ciências Naturais, procuraram articular os conteúdos a abordar com o quotidiano dos alunos (por exemplo abordando a fauna e a flora de um meio local próximo dos alunos). Além disso, as futuras professoras A e B parecem não mostrar unicamente preocupação no cumprimento de conteúdos programáticos, uma vez que as discussões promovidas na maioria dos temas em estudo envolviam frequentemente outros temas, não necessariamente programáticos, e que contribuem para uma melhor educação para a cidadania e para formar "novos cidadãos mais conscientes" (FPB9), como por exemplo a desigualdade económico-social e suas implicações na vacinação e a importância da preservação da biodiversidade. Do mesmo modo, os portfólios parecem evidenciar que as futuras professoras A e B, quer no 1.º, quer no 2.º CEB, intencionaram discutir e abordar questões de relevância social e que envolvessem a Ciência e a Tecnologia, tais como o plástico enquanto tecnologia e o seu impacte no meio ambiente (particularmente nos oceanos) ou a importância da Ciência e da Tecnologia na evolução do conhecimento celular. A futura professora C, parece não ter explorado, de forma consciente e deliberada, as inter-relações relativas aos aspetos da Ciência e da Tecnologia. Ainda assim, no global, as três futuras professoras, parecem ter procurado identificar e consciencializar os alunos das suas ideias prévias para, posteriormente, orientarem as suas atividades de ensino.

Em relação à **Aprendizagem/Papel do aluno (dimensão B)**, tendo em conta as descrições presentes nos planos de aula e respetivos materiais, parece que as futuras professoras procuraram proporcionar aprendizagens aos alunos em termos de capacidades de pensamento crítico, nomeadamente a capacidade de focar uma questão e analisar argumentos, particularmente no contexto da realização de trabalhos experimentais. Além disso, as três futuras professoras parecem ter intencionado proporcionar aprendizagens ativas, que se tornassem úteis e utilizáveis no dia-a-dia, como por exemplo, através da atividade prática proporcionada pela futura professora C, de análise e interpretação de rótulos de garrafas de água. As futuras professoras A e B, parecem ter tido a preocupação de proporcionar, também, aprendizagens em ambientes reais, na tentativa de permitir aos alunos a construção de visões adequadas e contextualizadas da Ciência e da Tecnologia e de lhes "mostrar a articulação que há dentro de uma sala de aula para o exterior" (FPB6). Nos planos de aula futura professora A, especialmente no 2.º CEB, surgem também algumas evidências de uma aprendizagem centrada na tomada de decisão e posicionamento crítico sobre questões controversas, nomeadamente sobre ações humanas que condicionam a biodiversidade.

Relativamente à **dimensão C – Conceção de trabalho experimental, Ciência, cientista, Tecnologia** (entre outros), tendo por base os portfólios crítico-reflexivos, pode considerar-se que, no 1.º CEB, o trabalho experimental parece ter sido mais valorizado pela futura professora C. A futura professora A, propôs aos alunos a realização de uma atividade experimental que foi guiada por um protocolo incluído no manual escolar de Estudo do Meio, no caso do 2.º ano de escolaridade. No 2.º CEB, as três futuras professoras procuraram realizar mais trabalhos experimentais, focados na promoção de capacidades de pensamento crítico de "controlo de variáveis", o que parece ir ao encontro da (re)construção da conceção de Ciência, revelada no final da UC de DCN, mais ligada à exploração do desconhecido e à descoberta de coisas novas acerca do mundo e do universo, e não como um conjunto de verdades absolutas. Esta conceção parece também ser evidente nos planos de aula das futuras professoras A e B, que procuraram realizar várias saídas de campo com os alunos e proporcionar o contacto dos mesmos com os cientistas, veiculando uma imagem dos mesmos mais humanizada. Por outro lado, os planos de aula revelam uma conceção de Tecnologia, eventualmente entendida como artefactos, ainda que em algumas discussões que parecem ter sido promovidas em sala de aula, particularmente pelas futuras professoras A e B, a Tecnologia pareça surgir, também, como um conjunto de técnicas para a resolução de problemas.

Quanto às estratégias/atividades de ensino e de aprendizagem (dimensão D), é o trabalho experimental, por permitir aos alunos ter "uma perspetiva mais visual" (FPC7), e o trabalho de grupo (muitas vezes realizado no contexto do trabalho experimental) que surge de forma mais evidente nos planos de aula das futuras professoras, quer no 1.º, quer no 2.º CEB. Ainda assim, e particularmente no 2.º CEB, as futuras professoras parecem ter diversificado as suas

atividades/estratégias. Nos planos de aula das futuras professoras A e B, é mais evidente a utilização do jogo, análise de artigos de documentos sobre controvérsias socio-científicas e outras atividades/estratégias inseridas em ambientes reais, como experiências de campo e visitas de estudo. Esta última estratégia/atividade de ensino-aprendizagem (também vivenciada pelas futuras professoras na intervenção realizada na UC de DCN), proporcionou aos alunos do 2.º CEB, a visita a um parque da cidade e a um herbário, ambas no âmbito da exploração da temática diversidade nas plantas, e a um laboratório de biomedicina, onde os alunos puderam observar células ao microscópio. Importa salientar que todas estas visitas parecem ter sido organizadas em três momentos: antes, durante e após a vista. Outra atividade/estratégia, realizada pelas futuras professoras A e B, desta vez no 1.º CEB, foi a participação de um cientista na sala de aula, que abordou a temática dos microplásticos, por considerarem que além dos alunos ficarem entusiasmados por contactarem com um cientista (FPA16; FPB7), pode permitir a desconstrução de "estereótipos que os alunos têm em relação aos cientistas" (FPB8). A discussão/debate sobre questões de relevância social e que envolvessem a Ciência e a Tecnologia, foi outra das atividades/estratégias usadas pelas futuras professoras, pese embora, muito pontualmente e sobretudo no 2.º CEB. O questionamento, parece, também, ter sido outras das atividades/estratégias que suportaram em grande medida as práticas didático-pedagógicas das futuras professoras, particularmente da futura professora C, embora algumas das questões previstas nos planos de aulas, pareçam ser amplas e/ou ambíguas e focarem mais as interações entre o conhecimento científico e a sociedade.

Finalmente, no que diz respeito aos **recursos/materiais escolares (dimensão E)**, as futuras professoras, no 1.º CEB, usaram mais vezes o manual escolar de Estudo do Meio como referencial do seu processo de ensino e de aprendizagem das Ciências. Esta situação não foi tão evidente no 2.º CEB que, por exemplo na realização de todos os trabalhos experimentais, procuraram utilizar materiais integrados em projetos concebidos numa perspetiva de inter-relação CTS, nomeadamente o modelo de carta de planificação proposto nos Guiões Didáticos elaborados no âmbito do Programa de Formação do Ensino Experimental das Ciências. Além disso, as futuras professoras usaram artigos de jornais e de computador e essencialmente recursos e materiais desenvolvidos pelas próprias, nomeadamente guiões práticos de orientação das atividades, pese embora, mais voltados para uma abordagem de questões de interação entre Ciência e Sociedade, deixando por vezes de lado a Tecnologia. As práticas didático-pedagógicas das três futuras professoras foram ainda realizadas em contexto de integração das TIC, fazendo uso de recursos digitais, sobretudo *powerpoints* e vídeos selecionados para um trabalho inicial de sensibilização e problematização da temática em estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo por referência a finalidade do presente estudo, os seus resultados permitiram constatar que a intervenção realizada parece ser uma abordagem formativa promissora, uma vez que as conceções CTS das três futuras professoras envolvidas evoluíram favoravelmente para posições consentâneas com o empreendimento científico contemporâneo. Esta conclusão decorre, essencialmente, da análise comparativa entre as conceções reveladas pelas futuras professoras no início e no final da intervenção na UC de DCN. Além disso, verificou-se, no global, uma transposição didática para o contexto da PPS, na medida em que as futuras professoras promoveram práticas didático-pedagógicas que exploraram as inter-relações CTS e que podem ter proporcionado aos alunos aprendizagens em termos de capacidades de pensamento crítico, nomeadamente através de estratégias/atividades: (i) participação de cientistas na sala de aula; (ii) visitas a contextos reais de Ciência, tais como laboratórios de investigação, parque da cidade e herbário; (iii) trabalho prático investigativo; (iv) análise de artigos, revistas científicas e de divulgação de Ciência e Tecnologia e jornais diários ou semanários e (v) discussão, questionamento sobre questões societais controversas.

Reconhecendo a forte influência das conceções e práticas dos professores nas aprendizagens dos alunos (Marques & Costa, 2017) e tendo em conta que só quando as conceções dos professores estão alinhadas com uma orientação CTS para o ensino das Ciências é que os mesmos conseguem desenvolver práticas nesse sentido (Amirshokoohi, 2010), pode considerar-se que as futuras professoras envolvidas neste estudo podem vir a influenciar positivamente as ideias dos seus alunos sobre a Ciência e as suas interações com a Tecnologia e a Sociedade. Neste sentido, além de se apresentarem e discutirem práticas relevantes que vão ao encontro das recomendações internacionais para o ensino das Ciências é preciso adotá-las na formação

inicial de professores, de forma a que haja uma maior coerência entre os pressupostos que advoga e as atividades que propõe.

Estes resultados, despoletam um conjunto de questões que se consubstanciam, essencialmente, na premência de se manter um debate sobre a formação inicial de professores, na medida em que a melhoria da qualidade do ensino e, consequentemente, da aprendizagem dos alunos está, também, fortemente condicionada pelas conceções e práticas dos seus professores.

REFERÊNCIAS

Aikenhead, G.S., Ryan, A.G., & Fleming, R.W. (1989). *Views on science-technology-society - VOSTS*. Canada: University of Saskatchewan.

Amado, J. (2014). *Manual de investigação qualitativa em educação* (2 ed.) Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

Amirshokoohi, A. (2010). Elementary pre-service teachers' environmental literacy and views toward Science, Technology, and Society (STS) Issues. *Science Educator*, *19*(1), 56-63.

Anderson, D. (2015). The nature and influence of teacher beliefs and knowledge on the science teaching practice of three generalist New Zealand primary teachers. *Research in Science Education*, *45*(3), 395-423. doi:10.1007/s11165-014-9428-8

Buehl, M., & Beck, I. (2015). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. In H. Fives & M. Gil (Eds.). *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs* (pp. 66-84). New York, NY: Routledge.

Canavarro, J.M. (2000). *O que se pensa sobre a ciência.* Coimbra: Quarteto Editora.

Comissão Europeia (2015). *Science Education for Responsible Citizenship. Report to the European Comission of the Expert Group on Science Education*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. doi:10.2777/12626

Diário da República - II Série n.º 227 (26 de novembro de 2018). Ministério da Educação. Regulamento n.º 792/2018, 31396-31399.

Dikmentepe, E., & Yakar, Z. (2016). Preservice Science teachers' views on Science-Technology-Society. *International Journal of Higher Education*, *5*(2), 183-195.

Jarvis, T., & Rennie, L.J. (2000). *Helping Primary Children Understand Science and Technology: Practical, Oral and Co-operative Activities*. Leicester: SCIcentre.

Kapici, H.O., Akcay, H., & Yager, R.E. (2017). Comparison of Science-Technology-Society approach and textbook oriented instruction on students' abilities to apply Science concepts. *International Journal of Progressive Education*, *13*(2), 18-28.

Mansour, N. (2013). Consistencies and inconsistencies between Science teachers' beliefs and practices. *International Journal of Science Education International Journal of Science Education, 35*(7), 1-47.

Marques, L. & Costa, N. (2017). Science teacher education in Portugal. In J. Pedersen, T. Isozake & T. Hidrano (Eds.), *Science Teacher Preparation Programs: An International Comparsion of What Works* (pp. 93-128). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Ministério da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais – Ciência Naturais, 5.º ano*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. Retirado de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/5_ciencias_naturais.pdf

Ministério da Educação (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória.* Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. Retirado de http://dge.mec.pt/perfil

Morgado, J.C. (2013). *O estudo de caso na investigação em educação*. Santo Tirso: De Facto Editores.

Vieira, R. & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Formação de professores em ciências do ensino básico com orientação CTS/PC. In C. Mesquita, V. Pires & R. Lopes (Eds.), *Atas do 1.º Encontro*

Internacional de Formação na Docência (pp. 130-136). Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.

Vieira, R.M. (2003). *Formação Continuada de Professores do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico Para uma Educação em Ciência com Orientação CTS/PC* (Tese de doutoramento, Universidade de Aveiro, Portugal). Retirado de https://tinyurl.com/wf38jb6

Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C. & Martins, I. (2011). *A Educação em Ciências com Orientação CTS: atividades para o ensino básico*. Lisboa: Areal Editores.

Wilkins, J.I. (2008). The relationship among elementary teachers' content knowledge, attitudes, beliefs, and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *11*(2), 139-164. doi:10.1007/s10857-007-9068-2

Yalvac, B., Tekkaya, C., Cakiroglu, J., & Kahyaoglu, E. (2007). Turkish pre-service science teachers' views on science–technology–society issues. *International Journal of Science Education*, *29*(3), 331-348.

RECURSOS TIC PARA LA INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA UNIVERSITARIA

Alfonso Pontes Pedrajas

Dpto. Física Aplicada, Universidad de Córdoba (ESPAÑA)
apontes@uco.es

Resumen

Actualmente las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) forman parte de la vida de los estudiantes universitarios, ya que están muy familiarizados con tales herramientas y presentan actitudes muy favorables a su aplicación educativa. Es bien sabido que las TIC constituyen recursos educativos de primer orden para mejorar la calidad la educación científico-técnica porque permiten usar estrategias innovadoras, favorecen la motivación del alumnado, ayudan a desarrollar competencias transversales y contribuyen a enriquecer los ambientes de enseñanza-aprendizaje. En las clases magistrales que se imparten en la enseñanza universitaria es frecuente que el profesorado utilice recursos TIC para transmitir el conocimiento disciplinar a sus alumnos, usando principalmente el cañón electrónico para proyectar presentaciones de diapositivas multimedia o para acceder a la información de todo tipo disponible en internet. En tales casos las TIC se utilizan como apoyo al método de enseñanza tradicional, basada esencialmente en la comunicación unidireccional, pero no se favorece demasiado la interacción en el aula ni la participación del alumnado. Sin embargo, en la actualidad existen otras muchas aplicaciones informáticas que permiten implementar métodos activos y estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje.

En este contexto estamos desarrollando, desde hace años, un proyecto de trabajo orientado a fomentar el aprendizaje reflexivo de la Física y a desarrollar competencias transversales relacionadas con el uso interactivo de las TIC en las aulas universitarias, tratando de integrar diversos recursos informáticos (como Moodle, CmapTools, Simulaciones Phet y Turnning Point) en la formación de estudiantes de primer curso de ingeniería. En este trabajo se van a exponer las actuaciones metodológicas desarrolladas en el aula con ayuda de tales recursos y se avanzan algunos resultados del proyecto, destacando que diversas encuestas de opinión, realizadas en diferentes etapas del mismo, han mostrado una valoración bastante positiva, por parte del alumnado, sobre la contribución de estos recursos a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la educación científico-técnica.

Palabras clave: Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC); Formación de Ingenieros; Enseñanza de la Física; Métodos Activos; Recursos Interactivos.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en una época en la que las aplicaciones educativas de las TIC han experimentado una gran evolución, tanto en el desarrollo de herramientas más útiles y diversas como en la mejora pedagógica de los diferentes recursos disponibles para cada materia (Pontes, de la Fuente & Pacheco, 2008). En el ámbito de la educación científico-técnica se han llevado a cabo numerosos estudios que han mostrado la utilidad didáctica de los recursos TIC, como medios interactivos de comunicación que permiten el acceso a toda clase de información (textos, imágenes, tipos diferentes de datos, gráficas, etc.), como instrumentos para la resolución de ejercicios y problemas, como herramientas que efectúan simulaciones de los experimentos y de los procesos tecnológicos, o para medir y controlar experimentos de laboratorio (Romero & Quesada, 2014; Englund, Olofsson & Price, 2017). También se ha puesto de manifiesto que las TIC fomentan la interactividad con el usuario, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo, ayudando a transformar los procesos educativos, enriqueciendo los ambientes de aprendizaje y favoreciendo la motivación del alumnado por el aprendizaje de la ciencia y la tecnología (López-Simó, Grimalt & Couso, 2018; López-Quintero, Pontes & Varo, 2019). Sin embargo, conviene recordar que los recursos informáticos constituyen un elemento más del currículum y que sus efectos no dependen sólo de sus potencialidades tecnológicas, sino que dependen fundamentalmente de la adecuada utilización de los mismos por parte del profesorado (Hake, 1998; De Winter, Winterbottom & Wilson, 2010; Cubero, Ibarra & Rodríguez, 2018).

Sobre esta temática venimos trabajando, desde hace años, en la incorporación de diversos recursos TIC en la formación de profesores y estudiantes universitarios, del ámbito científico-técnico, usando diferentes tipos de recursos (Plataformas de enseñanza digital, Sistemas de respuesta inmediata, Simulaciones interactivas disponibles en diversos portales de Internet y Editores visuales de representación del conocimiento), tratando de llevar a la práctica un modelo de formación coherente con el enfoque educativo constructivista, aplicando un enfoque metodológico variado y flexible, que ayude a enriquecer el ambiente de los procesos de aprendizaje. Por tanto, la utilización de recursos TIC debe relacionarse con el desarrollo de estrategias educativas que favorezcan la reflexión y la participación activa del alumnado en el proceso de aprendizaje y contribuyan a desarrollar competencias digitales entre nuestros alumnos (Pontes, 2019).

En tal contexto, se ubica este nuevo trabajo cuyos objetivos concretos son los siguientes: 1) Mostrar una descripción general del desarrollo de un proyecto de innovación docente relacionado con el uso de diversos recursos TIC en la educación científica universitaria; 2) Realizar una reflexión de carácter teórico sobre los aspectos metodológicos y las estrategias educativas empleadas en la enseñanza de la física al utilizar tales recursos; 3) Comentar algunos resultados cualitativos del proyecto, derivados de la aplicación de diversas encuestas de opinión, en las que los participantes han mostrado una valoración positiva sobre el interés educativo de tales recursos para la mejora de la educación científico-técnica.

CONTEXTUALIZACIÓN TEÓRICA

Desde la investigación actual en Dididáctica de las Ciencias se formulan propuestas y recomendaciones para superar las limitaciones de la educación científico-técnica tradicional, incorporando nuevos métodos y estrategias orientadas a fomentar el aprendizaje interactivo con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), mediante el uso de variados recursos digitales (Romero & Quesada, 2014; López-Quintero *et al*., 2019). Entre los principales recursos TIC que disponen los docentes de cualquier materia, se encuentran las aplicaciones informáticas de propósito general, los portales de contenidos educativos, las plataformas de enseñanza virtual (como Helvia o Moodle), las herramientas o sistemas de autor, las presentaciones multimedia, los sistemas de respuesta inmediata o la pizarra digital. Además de estos recursos genéricos, el profesorado de ciencia y tecnología puede utilizar otros recursos informáticos más específicos como las simulaciones, laboratorios virtuales, instrumentos de laboratorio controlados por ordenador, etc. (Pontes, 2019).

Sin embargo, la experiencia educativa de los últimos años indica que más importante que los recursos TIC son las estrategias innovadoras que aplica el profesorado al utilizar tales medios para mejorar la calidad de la enseñanza. Hake (1998) define las metodologías interactivas ("*interactive engagement*") como el conjunto de estrategias que tratan de fomentar el aprendizaje significativo a través de un modelo de comunicación basado en actividades de aula que propician una retroalimentación inmediata, mediante la discusión entre estudiantes y profesores sobre la información que ofrecen los recursos digitales en cada actividad. Entre las estrategias educativas más recientes que van ligadas al uso didáctico de las TIC cabe señalar el modelo de aprendizaje combinado o "*Blended Learning*", el método del aula invertida o "*flipped classroom*", el uso de dispositivos móviles para el aprendizaje o "*mobile learning*" y la gamificación o uso de juegos educativos con recursos digitales. Aunque las estrategias docentes desarrolladas son diferentes al usar cada recurso, en general podemos referirnos al modelo educativo Blended Learning como marco global para el uso de las diferentes TIC en este proyecto y al uso de metodologías interactivas que propician la mayor implicación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Hernández Peña, 2011; Alducin & Vázquez, 2014).

Tras haber expuesto en un trabajo anterior las posibilidades formativas que ofrecen diversos recursos TIC, utilizados durante varios años en la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria de Física y Tecnología (Pontes, 2019), vamos a mostrar en este trabajo las aplicaciones educativas de tales recursos en la enseñanza de la Física a nivel de primer curso de Ingeniería, en el marco de un plan de trabajo a largo plazo que hemos denominado *Proyecto ARC-TIC*. Este proyecto se ha basado en la combinación de diferentes estrategias y el uso principal de cuatro aplicaciones digitales diferentes pero complementarias (Moodle, Simulaciones Phet, CmapTools y Turnign Point), que pueden servir para mejorar el aprendizaje de la Física y

desarrollar competencias digitales de carácter transversal en la formación de estudiantes de Ingeniería.

Algunos de los recursos antes citados, como Moodle y Simulaciones Phet, se han utilizado en las materias de Física de 1º curso de Ingeniería desde la puesta en marcha de los nuevos planes de estudios de esta carrera (en las especialidades o grados de Electricidad, Electrónica y Mecánica), implantados en la Universidad de Córdoba (España) durante el curso 2009-10, tras la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), conocido como Plan Bolonia. Pero los otros recursos se han ido incorporando después, durante el desarrollo de varios proyectos de innovación e investigación relacionados con la elaboración de materiales didácticos para la enseñanza de la Física universitaria, que van ligados al uso de aplicaciones informáticas destinadas a fomentar la representación del conocimiento en los procesos de aprendizaje (CmapTools) o la participación interactiva del alumnado en clase (Turning Point). Durante varios años se han recogido diversos datos sobre los procesos de formación relacionados con el uso de tales recursos y con las opiniones del alumnado acerca de la metodología empleada en cada caso que se han mostrado en diferentes publicaciones (Pontes & Varo, 2016; López-Quintero *et al*., 2016; Pontes, 2017). En este artículo, por tratarse de un trabajo de reflexión nos vamos a centrar en comentar y analizar los aspectos metodológicos del uso de tales recursos.

El uso combinado de las TIC en la educación superior: implicaciones para la enseñanza de las ciencias

En este proyecto los recursos informáticos usados son importantes en sí mismos, pero lo más relevante es la utilización de los mismos por parte del profesorado y la coherencia metodológica con los fines educativos del mismo. Por ello tratamos de aplicar unos métodos de enseñanza que movilicen más medios, ofreciendo a los estudiantes una mayor amplitud de experiencias y estímulos, que permitan enriquecer el ambiente donde se realiza el proceso de aprendizaje (Pontes, 2019). A continuación se exponen los aspectos básicos relacionados con el enfoque metodológico y la forma en que se han aplicado los diferentes recursos, comentando también algunos resultados cualitativos obtenidos en diferentes experiencias de innovación educativa, que forman parte del *Proyecto ARC-TIC* desarrollado en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Córdoba (EPSC).

El primer recurso usado en este proyecto, y que sirve de marco de referencia para ubicar todos los materiales didácticos desarrollados por el profesorado a lo largo del mismo, es la plataforma de enseñanza virtual *Moodle* (Hernández Peña, 2011). Esta herramienta es importante para poner en práctica el modelo educativo Blended Learning, que implica una combinación adecuada del trabajo presencial desarrollado en aula y del trabajo realizado on-line mediante diversas aplicaciones disponibles en Internet, en donde el alumno puede controlar algunos factores como el lugar, momento y espacio de trabajo (Alducin & Vázquez, 2014). Aunque existen muchos recursos TIC útiles para implementar este modelo educativo, en nuestra Universidad se utiliza la aplicación Moodle como plataforma de enseñanza virtual, cuyas ventajas educativas son bien conocidas (Ortega & Martínez, 2011). En efecto la plataforma Moodle pone a disposición del alumnado todos los materiales didácticos que se pueden utilizar en clase o en casa (apuntes, presentaciones, vídeos y programas de actividades, …) y fomenta la comunicación entre profesores y alumnos a través de foros, avisos de novedades y mensajes de todo tipo. Esta herramienta permite diseñar conjuntos de cuestiones de todo tipo que se pueden utilizar para elaborar pruebas de evaluación y facilita al profesorado la tarea de corregir tales pruebas, ya que las respuestas de los alumnos a cada cuestión quedan registradas en una base de datos. También se pueden crear diferentes tipos de tareas y materiales educativos por parte del profesor o enlazar con recursos externos tales como páginas web, videos y aplicaciones específicas de cada materia. Por todo ello venimos utilizando este recurso en la formación de estudiantes de Ingeniería, desde hace bastante años, como medio de acceso al material didáctico que elabora el professor, como instrumento para organizar foros de discusion, para aplicar cuestionarios de evaluación o pasar encuestas de opinión tras el desarrollo de cada experiencia. A través de tales encuestas hemos podido conocer la valoración positiva que hacen los estudiantes sobre los contenidos de las materias, los recursos empleados y la metodología de enseñanza empleada en las materias de Fundamentos Físicos de la Ingeniería (I y II), que se imparten en 1º curso de los Grados de Ingeniería Eléctrica, de Ingeniería Electrónica y de Ingeniería Mecánica.

En segundo lugar, para fomentar una enseñanza interactiva en el aula y favorecer el aprendizaje reflexivo de la ciencia, estamos utilizando el recurso *Turning Point*, basado en el uso de mandos a distancia utilizados por los alumnos para participar en las actividades que propone el profesorado en diversos momentos de la clase presencial. El uso educativo de este recurso se relaciona con el llamado "Mobile Learning" en países anglosajones (Zaldivar, Tripp & Aguilar, 2015), que puede traducirse como "Aprendizaje Móvil" o aprendizaje ligado a recursos móviles, tales como teléfonos móviles y mandos a distancia de respuesta inmediata (López-Quintero *et al.*, 2018). Este método es fácil de usar porque el uso de mandos a distancia resulta familiar a los alumnos y ofrece interesantes ventajas educativas: es flexible y puede adaptarse a las necesidades de los estudiantes; es inmediato y ofrece la posibilidad de acceder a la información en cualquier momento; es interactivo y permite al alumnado desarrollar un papel activo en el aula. Se ha puesto de manifiesto que el uso de este tipo de recursos en la educación científica fomenta la reflexión en el aula, potencia la participación activa y favorece la motivación de los estudiantes por el aprendizaje (Hake, 1998). En el Proyecto ARC-TIC estamos utilizando, desde hace varios años el sistema Turning Point, en las clases de Física usando los mandos a distancia para que los alumnos puedan realizar cuestionarios de opción múltiple que sirven como instrumentos de aprendizaje y de evaluación continua en diferentes tipos de actividades. A través de varias encuestas de opinión hemos podido conocer la valoración positiva que hacen nuestros alumnos sobre sobre el uso específico de estas herramientas interactivas en la enseñanza universitaria de la Física (López-Quintero, Varo, Laguna & Pontes, 2016).

En tercer lugar estamos utilizando, desde hace tiempo, diversas simulaciones de ordenador disponibles en Internet, que se pueden utilizar en las clases presenciales de teoría para ilustrar procesos físicos de carácter dinámico. Pero, sobre todo, en las clases practicas utilizamos diversos laboratorios virtuales, incluidos en la página web *Simulaciones Phet*, para realizar experiencias virtuales de gran utilidad didáctica (Pontes, 2017). La investigación educativa sobre esta temática ha mostrado que las simulaciones por ordenador favorecen la mejora de la educación científico-técnica, permitiendo implementar estrategias innovadoras como el aprendizaje por indagación, la enseñanza basada en modelos o el aprendizaje reflexivo (Yuliati, Riantoni & Mufti, 2018). Tales recursos TIC proporcionan una representación dinámica del funcionamiento de un sistema determinado y permiten visualizar el desarrollo de procesos complejos, mostrando la evolución del sistema representado y la interacción entre los diversos elementos que lo integran. Las simulaciones utilizan modelos de sistemas donde se modifican algunos parámetros o variables y se obtienen resultados observables que permiten realizar inferencias sobre la influencia de tales variables en el comportamiento del sistema representado. En estos procesos también se ayuda a los alumnos a familiarizarse con la metodología del trabajo científico, ya que pueden realizarse actividades de emisión de hipótesis, control de variables, análisis de resultados, etc., lo cual supone usar las TICs como recursos útiles para resolver problemas y realizar experiencias. Por tales motivos en el Proyecto ARC-TIC estamos usando diversos laboratorios virtuales en la enseñanza de la Física Universitaria, al considerar que son instrumentos especialmente adecuados para desarrollar importantes competencias científicas, relacionadas con el uso de la modelización en la educación superior o con el aprendizaje por indagación (Romero & Quesada, 2014). Tras el desarrollo de varias experiencias educativas llevadas a cabo con estas herramientas digitales se han pasado encuestas de opinión, en las que hemos podido apreciar la buena valoración que hacen los estudiantes de ingeniería sobre el uso didáctico de las *Simulaciones Phet* en la enseñanza de la Física (Pontes, 2017).

Otra aplicación informática de gran utilidad en el Proyecto ARC-TIC es el programa *CmapTools,* que permite representar el conocimiento de los estudiantes en forma de mapa conceptual sobre cualquier tema de la asignatura y en cualquier momento del proceso de aprendizaje. Los mapas conceptuales ayudan a reconocer visualmente los conceptos más importantes de un tema, las relaciones entre ellos y la forma de organización jerárquica en grados de dificultad o de importancia. Ello permite elaborar una imagen mental de la información que se procesa en cada momento y favorece la construcción de conocimientos significativos (Novak & Cañas, 2005; Pontes, 2014). Por tanto, los mapas conceptuales pueden utilizarse como recursos docentes por parte del profesor a la hora de mostrar información sintética y estructurada sobre algo, o pueden utilizarse como estrategias de aprendizaje que desarrollan los alumnos cuando abordan el estudio de un tema. Para representar el conocimiento científico de los estudiantes, mediante mapas conceptuales elaborados con recursos informáticos, estamos utilizando el software *CmapTools* **(**Guruceaga & González, 2011; Pontes & Varo, 2016), que es un software libre, gratuito y traducido a todos los idiomas. Esta herramienta ofrece la posibilidad de construir,

guardar y modificar mapas conceptuales de una manera sencilla, pudiendo agregar recursos digitales de todo tipo. Tales mapas, utilizados como actividades de aula, obligan a reflexionar sobre el propio conocimiento a quienes los realizan, ayudan a visualizar las deficiencias del proceso de aprendizaje de cualquier materia en un momento dado y también permiten representar la evolución en la construcción del conocimiento de una persona o la influencia del aprendizaje colaborativo. El diseño de mapas conceptuales con recursos informáticos es particularmente interesante para el desarrollo de algunas competencias generales de gran importancia como son la reflexión metacognitiva (aprendizaje autónomo), la capacidad de trabajo en equipo (al elaborar mapas colaborativos), la comunicación en el aula (al hacer exposiciones en clase) y el empleo efectivo de las TICs (al agregar recursos digitales de todo tipo a los diversos conceptos que integran un mapa). Por tales ventajas, en este proyecto estamos fomentando el uso de CmapTools entre nuestros alumnos ya que deben elaborar un mapa individual de cada tema de la asignatura y también algunos mapas voluntarios de carácter grupal (sobre diversos textos relacionados con las aplicaciones prácticas de la Física en la tecnología y la sociedad), como medio para favorecer el aprendizaje reflexivo de la ciencia. En torno a las actividades de aprendizaje realizadas con mapas conceptuales también se han pasado encuestas de opinión en las que hemos podido apreciar que los participantes valoran favorablemente el uso educativo de Cmap Tools (Pontes & Varo, 2016).

Además de los cuatro recursos TIC que se utilizan con mayor frecuencia en el desarrollo del Proyecto ARC-TIC para la enseñanza universitaria de la Física, y que se han comentado anteriormente, estamos explorando las posibilidades educativas que ofrecen otros recursos TIC complementarios, que se pueden usar también dentro del enfoque Blended Learning, para enriquecer el contexto educativo, contribuir a mejorar la calidad de la educación científico-técnica y ayudar a desarrollar nuevas competencias digitales entre los estudiantes de ingeniería. Entre tales recursos podemos citar el *Laboratorio Asistido por Ordenador* (LAO), donde el ordenador se considera como un instrumento de recogida de datos experimentales, a través de diversos sensores del *Sistema PASCO*, que miden todo tipo de magnitudes físicas y permiten almacenar los datos en el ordenador para poder analizarlos posteriormente con el software que proporciona dicho sistema (Pontes, Gavilán & Obrero, 2006; Torres, 2010; Santos, *et al.*, 2019). También estamos utilizando diversos programas de internet, englobados dentro de la denominación genérica de *Physics Problems Tutorials*, que permiten a nuestros alumnos trabajar on-line en tareas de resolución de problemas, contando con la ayuda de una aplicación web que ayuda a desarrollar tareas de aprendizaje en la modalidad no presencial del enfoque Blended Learning (Gambari & Yusuf, 2015; Yuliati, Riantoni & Mufti, 2018). Finalmente hay que citar otro recurso TIC, como es la *Impresora 3D* que ofrece interesantes posibilidades para el estudio de modelos físicos tridimensionales (Guler *et al*., 2019), que se ha incorporado recientemente al Proyecto ARC-TIC a través de una experimentación educativa, que se encuentra en fase de desarrollo inicial. Por el momento no disponemos de suficientes datos para poder valorar la utilidad educativa de estos últimos recursos que se van incorporado al proyecto global de trabajo, pero en principio observamos una buena acogida por parte de los alumnos, que siempre están abiertos a la incorporación de nuevas herramientas TIC en la enseñanza.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han mostrado los aspectos básicos de un proyecto de investigación e innovación docente, centrado en el uso combinado de diversos recursos TIC para mejorar la enseñanza de la Física en primer curso de ingeniería de la EPS de la Universidad de Córdoba. A lo largo de una experiencia educativa desarrollada durante varios años se han usado como principales herramientas, la plataforma *Moodle* para la planificación del proceso formative y la ubicación de materiales didácticos, el sistema de mandos a distancia *Turning Point* para fomentar la reflexión y la participación del alumnado en clase, los laboratorios virtuales disponiples en la página web *Phet Simulations* para realizar tareas de aprendizaje por indagación y el programa *CmapTools* para la representación del conocimiento del alumando, tratando de integrar el uso de tales recursos dentro del modelo didáctico *Blended Learning* en el que se combinan actividades de formación presencial en el aula y tareas de aprendizaje no presencial (Alducin & Vázquez, 2014). Así mismo se han comentado las posibilidades de ampliar el proyecto y enriquecer el ambiente de aprendizaje incorporando en los últimos tiempos nuevos recursos como el *Laboratorio Asistido por Ordenador* que proporciona el Sistema PASCO, diversos

Tutoriales de Resolución de Problemas de Física y la *Impresora 3D* para elaborar modelos tridimensionales de sistemas físicos no disponibles en el laboratorio.

La mayor parte del trabajo se ha dedicado a exponer las características de tales recursos y sus principales aplicaciones educativas, explicando cómo utilizar y combinar estas herramientas TIC en la formación de estudiantes de primer curso de ingeniería. También se han comentado, de forma cualitativa, algunos resultados obtenidos en la experiencia, tras haber utilizado diferentes encuestas de opinión que muestran una valoración positiva, por parte del alumnado, sobre la utilidad de tales recursos para mejorar la calidad de la educación científico-técnica y para desarrollar competencias transversales sobre el uso de las TIC en la formación de ingenieros (Pontes & Varo, 2016; López-Quintero *et al*., 2016). En trabajos posteriores intentaremos seguir mejorando los aspectos metodológicos y materiales didácticos del Proyecto ARC-TIC, tratando de seguir avanzando en esta línea de investigación mediante la recogida y análisis de datos sobre la utilidad de los recursos empleados en cada experiencia.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo hemos contado con la ayuda del Proyecto de Investigación EDU2017-82518-P del Plan Nacional de I+D+i (MINECO, 2018-2021) y con la ayuda de la Universidad de Córdoba (España) al desarrollo de varios Proyectos de Innovación Educativa (PIE 2015-2-5015; PIE 2016-1-5007).

REFERENCIAS

Alducin, J.M., & Vázquez, A.I. (2014). Mejora del rendimiento en Ingeniería a través de blended-learning. *Digital Education Review, 25,* 87-107.

Cubero, J., Ibarra, M.S., & Rodríguez G. (2018). Propuesta metodológica de evaluación para evaluar competencias a través de tareas complejas en entornos virtuales de aprendizaje. *Revista de Investigación Educativa, 36*(1),159-184.

De Winter, J., Winterbottom, M., & Wilson, E. (2010). Developing a user guide to integrating new technologies in science teaching and learning: teachers' and pupils' perceptions of their affordances. *Technology, Pedagogy and Education*, *19*(2), 261-267.

Englund, C., Olofsson, A.D., & Price, L. (2017). Teaching with Technology in Higher Education: Understanding Conceptual Change and Development in Practice. *Higher Education Research and Development 36(*1), 73-87.

Gambari, A.I. & Yusuf, M.O. (2015). Effectiveness of Computer-Assisted STAD Cooperative Learning Strategy on Physics Problem Solving, Achievement and Retention. *Malaysian Online Journal of Educational Technology, 3*(3), 20-34

Guler, G., Sen, C., Ay, Z.S. & Ciltas, A. (2019). Engineering Skills That Emerge during Model-Eliciting Activities (MEAs) Based on 3D Modeling Done with Mathematics Pre-Service Teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 7(*3), 251-270.

Guruceaga, A. & González, F. (2011). Un módulo instruccional para un aprendizaje significativo de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, *29*(2), 175-190.

Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74

Hernández Peña, L. (2011). Interacción entre estudiantes en los foros Moodle de cursos blended learning. *Apertura: Revista de Innovación Educativa, 3*(2), 50-59

López-Quintero, J.L., Varo, M., Laguna, A., & Pontes, A. (2016). Opinions on "Classroom Response System" by first-year engineering students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 228,* 183-189.

López-Quintero, J.L., Varo, M. & Pontes, A. (2018). La exploración de conocimientos previos de los estudiantes en la enseñanza científico-técnica universitaria mediante recursos TIC

interactivos. In C. López-García, & J. Manso, (Eds.) *Transforming education for a changing world* (pp. 96-105). Eindhoven: Adaya Press.

López Quintero, J.L., Pontes, A., & Varo, M. (2019). Las TIC en la enseñanza científico-técnica hispanoamericana: Una revisión bibliográfica. *Digital Education Review, 35*, 229-243.

López, V., Grimalt, C., & Couso, D. (2018) ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15*(3), 3302-3321.

Novak J.D. & Cañas, A.J. (2005). Construyendo sobre Nuevas Ideas Constructivistas y la Herramienta CmapTools para Crear un Nuevo Modelo para Educación. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación, Extra*(8), 31-46.

Ortega, J. & Martínez, M.L. (2011). Uso de la plataforma Moodle: experiencia en el curso de Física de Ingeniería Informática. *Latin-American Journal of Physics Education, 5*(1), 301-304.

Pontes, A. (2014). Representación del conocimiento físico del alumnado universitario mediante mapas conceptuales elaborados con CmapTools. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 76,* 34-42.

Pontes, A., Gavilán, J. & Obrero, M. (2006). Diseño y aplicación educativa de un programa de simulación para el aprendizaje de técnicas experimentales con sistemas de adquisición de datos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3*(2), 251-266.

Pontes, A., de la Fuente, M. & Pacheco, M. (2008). Tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza secundaria. En A. Pontes (Coord.) *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de educación secundaria* (pp. 271-307). Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.

Pontes, A. & Varo, M. (2016). Mapas conceptuales aplicados al tratamiento de temas medioambientales en la formación del profesorado de física. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 20*(2)*,* 452-472.

Pontes, A. (2017). Utilidad de las simulaciones interactivas para comprender el modelo de corriente eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias, 35*(Extra), 4371-4377.

Pontes, A. (2019). Integración de recursos TIC en una experiencia sobre formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. In F.J. Murillo & C. Martínez-Garrido (Coord.) *Actas del XIX Congreso Internacional de Investigación Educativa (Vol. V): Experiencias innovadoras y desarrollo socio-educativo* (pp. 618-623). Madrid: AIDIPE.

Romero, M. & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(1), 101-115

Santos, G., Mandado, E., Silva, R. & Doiro, M. (2019). Engineering Learning Objectives and Computer Assisted Tools. *European Journal of Engineering Education, 44*(4), 616-628.

Torres, A.L. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la física y química de secundaria y bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7*(3), 693-707.

Webb, M. E. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education, 27*(6), 705-735.

Yuliati, L., Riantoni, C. & Mufti, N. (2018). Problem Solving Skills on Direct Current Electricity through Inquiry-Based Learning with PhET Simulations. *International Journal of Instruction, 11*(4), 123-138.

Zaldívar, A., Tripp, C., Aguilar, J., Tovar, J. & Anguiano, C. (2015). Using mobile technologies to support learning in computer science students. *IEEE Latin America Transactions*, *13*(1), 377-382.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PERCEPCIONES SOBRE LA SALIDAS DE CAMPO EN ESTUDIANTES DE DOS ESPECIALIDADES DEL MÁSTER DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Juan José Vicente Martorell, Lourdes Aragón

Universidad de Cádiz (ESPAÑA)
juanjose.vicente@uca.es

Resumen

Las salidas de campo suponen un recurso importante para la educación siempre y cuando conlleven una planificación previa, y su diseño guarde relación con los objetivos didácticos propuestos (Morentin, 2016). Las percepciones que mantienen los futuros docentes hacia este recurso se consideran relevantes, en el sentido que estas pueden influir a la hora de utilizar o no dicho recurso. No obstante, existen otras limitaciones que hacen que a pesar de ser consideradas como un excelente recurso finalmente, su empleo en el aula es en ocasiones escaso (Pedrinaci, 2012). En este marco, se analizan las percepciones que mantienen en torno al potencial didáctico de las salidas de campo estudiantes del Máster de Educación Secundaria impartido en la Universidad de Cádiz (España) en el curso 2018-2019, en concreto, 16 alumnos de la especialidad de Tecnología, Informática y Procesos Industriales (TIP) y 20 alumnos en la de Biología y Geología (ByG) en las asignaturas correspondientes al módulo de enseñanza Aprendizaje y Enseñanza. Como instrumento de análisis se ha empleado un cuestionario diseñado previamente por Morentin (2016) y que fue ligeramente modificado para el contexto de estudio. Este cuestionario está formado por dos preguntas abiertas en la que los estudiantes deben indicar las características de una salida considerada como ideal. Y por cinco preguntas cerradas tipo Likert (un rango del 1 al 4), donde los participantes muestran su grado de acuerdo o desacuerdo sobre aspectos concretos de las salidas y en las que aportan su justificación. Para esta comunicación sólo se han considerado las valoraciones proporcionadas por las preguntas cerradas. El test no paramétrico Kruskal-Wallis muestra que no existen diferencias significativas en las percepciones de los alumnos ni por sexo ni por especialidad. Se observa un elevado porcentaje de estudiantes que están totalmente de acuerdo con la idea de considerar las salidas de campo como un recurso muy adecuado para lograr un aprendizaje significativo, así como, con la necesidad de que el profesorado deba planificar las salidas a través de actividades complementarias (75% y 67%, respectivamente). Por otra parte, se observan algunas discrepancias, no estadísticamente significativas, entre las especialidades, de modo que el 75% de los estudiantes de ByG se muestra totalmente en desacuerdo respecto a no realizar varias salidas durante el curso, frente a un 56% de estudiantes de TIP. El 60% de los estudiantes de BG se muestran totalmente en desacuerdo cuando se valora la significatividad de las actividades educativas si se realizan dentro del centro, mientras que este porcentaje baja al 38% en estudiantes de TIP. Finalmente, se aprecian diferencias en relación a reducir los aspectos lúdicos de las salidas. Un 70% de los estudiantes de ByG opinan estar totalmente en desacuerdo respecto a un 31% de estudiantes de la otra especialidad. En conclusión, se podría decir que los estudiantes de ambas especialidades mantienen algunas ideas adecuadas con respecto a las salidas como recurso didáctico, teniendo en cuenta que aún no han recibido formación didáctica sobre este recurso. Es conveniente seguir indagando y poder profundizar en las justificaciones ofrecidas por los participantes para cada una de las preguntas propuestas en el cuestionario que nos ayuden visualizar mejor las percepciones iniciales que mantienen futuros docentes de ambas especialidades.

Palabras clave: formación inicial profesorado; percepciones; salidas de campo.

INTRODUCCIÓN

Desde la formación inicial del profesorado de educación secundaria, dentro de las especialidades de ciencias experimentales, se hace un esfuerzo por acercar contenidos didácticos a un alumnado que presentan un buen conocimiento de su disciplina pero que carecen de una escasa

formación profesional (Tribó Travería, 2008). De acuerdo a Martin, Prieto y Jiménez, (2015), al profesorado de ciencias se le requiere distintos aspectos, entre los que se encuentran: la idea renovada del papel que poseen las ciencias en la educación obligatoria, su función como docente, el papel que posee el alumnado y la relación educativa que se deba establecer entre ambos. Para ello, se hace especial hincapié en introducir, desde el Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MAES en adelante) de la Universidad de Cádiz, un enfoque didáctico reflexivo, fundamental para desarrollar en el alumnado la toma de conciencia y el pensamiento crítico. Este enfoque se logra construyendo con los estudiantes alternativas al modelo tradicional de la enseñanza de las ciencias, para lo que es necesario abordar de manera explícita las estrategias didácticas que actualmente se proponen desde el campo de la didáctica de las ciencias experimentales (Jiménez-Tenorio y Oliva Martínez, 2016). En este proceso, las percepciones que mantienen los futuros profesionales poseen un valor excepcional y éstas deben ser consideradas como punto de partida para crear y construir nuevos aprendizajes (Cubero, 2000). Dicho enfoque permite que la exploración de las concepciones de los estudiantes ante el uso de ciertos recursos didácticos y específicos en ciencias sea una oportunidad para indagar sobre los modelos explicativos que mantienen estos sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Atendiendo a lo anterior, el presente estudio pretende analizar las percepciones que mantienen futuros docentes de secundaria de diferentes especialidades, sobre un recurso didáctico como son las salidas de campo, previo a su tratamiento didáctico en el MAES. Se pretende analizar si existen diferencias en cuanto a la especialidad y el sexo.

Las salidas de campo como recurso didáctico

Las salidas didácticas suponen un recurso importante para la educación siempre y cuando conlleven una planificación previa, y su diseño guarde relación con los objetivos propuestos (Morentín, 2016). Puede tratarse de un recurso válido y eficaz que prepara al alumnado para desarrollar estrategias de aprendizaje permanente, tomando como punto de partida su entorno y extendiéndose a cualquier otra realidad (Travé, 2003). Existen distintos términos para referirnos a este recurso: paseos escolares, visitas educativas, itinerarios didácticos o excursiones extraescolares. Al mismo tiempo también se emplean distintas acepciones para referirnos a este recurso, en este estudio se utiliza el concepto de salida didáctica para referirnos a una experiencia educativa que se realiza en grupo, y que, en distintos agrupamientos, los estudiantes junto a los docentes realizan un desplazamiento a otros espacios, tanto dentro como fuera del entorno escolar (Tejada, 2007). En un trabajo reciente, Aguilera Morales (2018), expone algunas de las definiciones que se han empleado para referirnos a las salidas de campo. Algunas de estas aluden a ciertas características didácticas que hacen único este recurso. Así, Álvarez-Piñeros, Vázquez-Ortiz y Rodríguez-Pizzinato (2016, citado en Aguilera Morales, 2018), se refieren a este como una oportunidad para explorar, descubrir y redescubrir una realidad cercana o lejana al estudiante. Un proceso, donde las “cosas” juegan un papel relevante para poder observarlas, describirlas y explicarlas, in situ, convirtiéndolas en objetivo de investigación.

Por otra parte, se insiste mucho en la idea de salidas, no como una simple “excursión”, a pesar de tener un componente lúdico importante que debe ser utilizado para lograr despertar el interés del alumnado hacia los contenidos a trabajar. A este respecto, un estudio realizado recientemente por Orta, Reyes y De las Heras (2016), en niños de 5º de primaria, revela que las salidas al medio poseen un efecto muy positivo en el componente afectivo del alumnado con respecto a otras actividades. Así, los niños que participaron en el estudio mantienen que este recurso respecto a otras actividades más tradicionales, de redacción y de manipulación o de carácter investigativo, fueron las que más emociones positivas les habían reportado como alegría, felicidad y diversión.

Desde la didáctica de las ciencias, las salidas juegan un papel relevante y existe un amplio consenso de la relevancia que poseen en el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en todos los niveles educativos, sobre todo en disciplinas como la Biología y la Geología (Pedrinaci, Sequeiros y García de la Torre, 1994). Sin embargo, no siempre es así, y desde hace algún tiempo se plantea la necesidad de repensar las salidas didácticas con la inclusión de diferentes objetivos de aprendizaje e integrando en ellas enfoques investigativos, a partir del cual, los estudiantes puedan formular y contrastar sus hipótesis (Jaén y Bernal, 1993). Asimismo, existen

ciertas limitaciones que, a pesar de ser consideradas como un excelente recurso, finalmente, su empleo en el aula sea en ocasiones escasa. En este sentido Pedrinaci (2012) enumera algunas de estas causas; la falta de apoyo de la administración educativa, la responsabilidad civil que se contrae, la poca flexibilidad en el funcionamiento de algunos centros, el elevado número de estudiantes y el tiempo de preparación y problemas logísticos.

METODOLOGÍA

Contexto de estudio y participantes

El estudio se ha llevado a cabo durante el curso académico 2018/2019 en el marco de una asignatura específica del MAES de la Universidad de Cádiz denominada Aprendizaje y Enseñanza. Ésta tiene una carga total de 12 créditos ECTS y en ambas especialidades se organiza manera similar. En la primera parte de la asignatura, se trabajan contenidos referentes al análisis curricular y al aprendizaje de cada especialidad. En una segunda, se abordan contenidos referentes a la intervención docente: estrategias y presentación de diversos recursos didácticos. En concreto, el estudio se llevó a cabo en la segunda parte de la asignatura, en una sesión formativa de 4 horas de duración y cuyo objetivo principal fue trabajar el uso de la salida como recurso didáctico en el aprendizaje y enseñanza de cada especialidad. En ambos casos, dicha sesión se estructuró en tres partes: 1) Exploración inicial de las percepciones mantenidas por el alumnado sobre las salidas de campo; 2) Diseño de una salida didáctica en equipos de trabajo, entre 4-5 componentes, y 3) Puesta en común de las propuestas diseñadas en base a los criterios establecidos por Caamaño (2003), usados como rúbrica para que los grupos pudieran autoevaluar y coevaluar sus producciones.

En este estudio han participado 20 estudiantes de la especialidad de Biología y Geología (ByG en adelante), 8 hombres y 12 mujeres de edades comprendidas entre 22 y 38 años. Por otro, 16 estudiantes de la especialidad de Tecnología, Informática y Procesos Industriales (TIP en adelante), 4 mujeres y 12 hombres de edades comprendidas entre 26 a 57 años.

Instrumento de recogida de información

Para explorar las percepciones del alumnado se administró un cuestionario para cada una de las especialidades del MAES, al inicio de la sesión formativa dirigida a las salidas de campo como recurso didáctico. Dicho cuestionario ha sido probado y validado anteriormente por Morentín (2016), y el cual fue modificado para este estudio (Anexo 1). Para ello se adaptó el enunciado de la pregunta 3.2 sustituyendo la etapa educativa a la que iba dirigida la salida de campo (de educación infantil y primaria, a secundaria y bachillerato). El cuestionario consta de dos partes: a) dos preguntas abiertas referidas a las características que debía tener una salida para ser significativa desde el punto de vista educativo y b) cinco preguntas cerradas tipo Likert (1- 4) en las que el alumnado debe valorar su grado de acuerdo o desacuerdo y en las que debían incluir una justificación de sus valoraciones. Para esta comunicación sólo se han considerado las valoraciones proporcionadas por las preguntas cerradas.

Análisis estadístico

Con el objetivo de estudiar las diferencias en las percepciones de los estudiantes, en función del género y de la especialidad cursada en el MAES, se aplicó el análisis de la varianza a los resultados obtenidos. Para la realización de estos análisis estadísticos se verificó previamente la hipótesis de normalidad de varianzas mediante el test de Shapiro-Wilk, empleado para distribuciones de datos pequeñas. Los resultados obtenidos mostraron que nuestras distribuciones de datos no son normales, empleándose por ello el estadístico no paramétrico del análisis de la varianza de Kruskal-Wallis (ANOVA). Para el tratamiento estadístico de los datos de las percepciones del alumnado en torno al potencial didáctico de las salidas de campo como recurso didáctico se ha utilizado en este trabajo el programa estadístico SPSS (SPSS Statistics 24).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio comparativo de las percepciones de los estudiantes, en función del género y de la especialidad cursada en el MAES, empleando el análisis de la varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (ANOVA) se muestran en la Tabla 1 y la Tabla 2, respectivamente. Se concluye, a partir de los resultados, que no existen diferencias estadísticas significativas para ninguna de las preguntas planteadas para ambas variables de este estudio. Aunque, si se observa que el grado de significación más bajo se obtiene en la pregunta E del cuestionario empleado, que hace referencia al carácter lúdico de las salidas de campo, diferenciando por especialidad, no obstante, en ningún caso llega a ser una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 1. Análisis de Kruskal-Wallis (ANOVA) de la influencia del género en las percepciones de los alumnos sobre la salida de campo como recurso didáctico (nivel de significación p<0.05).

	Sig.
Pregunta A	0,445
Pregunta B	0,439
Pregunta C	0,754
Pregunta D	0,454
Pregunta E	0,972

Los resultados obtenidos en la exploración de las percepciones del alumnado del MAES en torno a la utilidad de las salidas de campo como recurso didáctico se muestran en la Fig. 1. Estos resultados se corresponden con las preguntas cerradas (A-E) tipo Likert de 4 niveles. En esta figura se representan los porcentajes de acuerdo o desacuerdo de los alumnos con las afirmaciones propuestas sobre las salidas de campo, diferenciando entre los alumnos de las especialidades de TIP y ByG.

Tabla 2. Análisis de Kruskal-Wallis (ANOVA) de la influencia de la especialidad cursada en el MAES en las percepciones de los alumnos sobre la salida de campo como recurso didáctico (nivel de significación p<0.05).

	Sig.
Pregunta A	0,445
Pregunta B	0,305
Pregunta C	0,154
Pregunta D	0,490
Pregunta E	0,075

En la pregunta A los estudiantes debían expresar su grado de acuerdo o desacuerdo con la siguiente afirmación: "*el sacar al alumnado del aula, es decir, el realizar salidas es un recurso muy adecuado para conseguir un aprendizaje significativo*". En general los estudiantes de ambas especialidades se muestran totalmente de acuerdo, en mayor medida, o de acuerdo a la afirmación anterior. De este modo, los alumnos de TIP y ByG que afirman estar totalmente de acuerdo son el 81% y 70% respectivamente, mientras que el resto del alumnado muestra estar de acuerdo con reconocer el valor de las salidas de campo como recurso para favorecer el aprendizaje de los estudiantes.

Al interpelar al alumnado sobre la frecuencia de uso de este recurso, a través de la afirmación propuesta en la pregunta B: "*en Secundaria y en Bachillerato no es conveniente realizar varias salidas en un curso, dado que se rompen las rutinas y esto tiene efectos negativos en el alumnado*", los estudiantes han respondido mayoritariamente que están en total desacuerdo (56% TIP y 75% ByG) o en desacuerdo con esta afirmación (44% TIP y 20% ByG). Es decir, nuestros estudiantes consideran que realizar varias salidas en un curso es conveniente y que cambiar de rutina puede ser beneficioso.

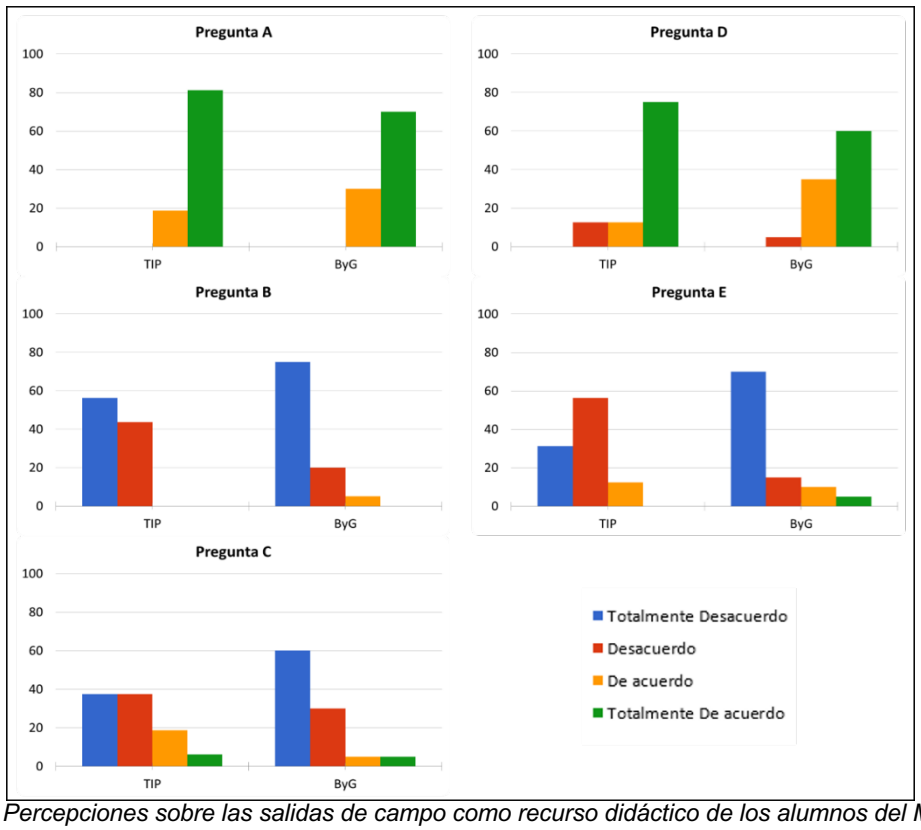


Figura 1. Percepciones sobre las salidas de campo como recurso didáctico de los alumnos del MAES de las especialidades de ByG y TIP.

En la pregunta C se pretendía evaluar si los futuros docentes priorizaban la importancia didáctica de las actividades realizadas en el aula para alcanzar un aprendizaje significativo, frente a las salidas de campo. Para ello, debían explicitar su grado de acuerdo o desacuerdo con la siguiente afirmación: "*desde el punto de vista pedagógico las actividades educativas son realmente significativas si se realizan en el centro educativo*". Como se observa en la Fig. 1, existe un porcentaje bajo de estudiantes de ambas especialidades que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación. En concreto, el 19% y 6% de los alumnos de TIP están de acuerdo y totalmente de acuerdo, respectivamente, mientras que estos porcentajes son del 5% de acuerdo y 5% de total acuerdo en caso de ByG. Es decir, parte de nuestro alumnado, aunque en un porcentaje bajo, considera que las actividades de aula son más válidas desde el punto de vista didáctico que las salidas, a la hora de generar aprendizajes significativos. Además, se observa que esos porcentajes son mayores en TIP que en ByG. Los estudiantes de ByG parecen valorar algo más las salidas como recurso didáctico, lo cuál puede ser debido a su propia formación, estos parecen tener "más claro" o parecen, encontrar más relaciones entre contenidos específicos de su especialidad que los estudiantes de la otra especialidad.

Sobre la importancia que tiene la planificación en el valor didáctico del recurso de las salidas de campo, se les cuestionó a los estudiantes en la afirmación de la pregunta D: "*El profesorado debe planificar las salidas de forma adecuada (con actividades complementarias) para que sean significativas para el alumnado*". En este caso, los resultados fueron los esperados dado que una amplia mayoría de los participantes se mostraron totalmente de acuerdo o de acuerdo con la afirmación; el 75% y 13% en la especialidad TIP, y el 60 % y 35%, para la especialidad ByG. Sin

embargo, se observa un pequeño porcentaje, mayor en la especialidad TIP que en ByG, que se muestra estar en desacuerdo con la afirmación

La última cuestión planteada al alumnado es la pregunta E, que hace referencia a los aspectos lúdicos de las salidas de campo. La afirmación con la que estos debían mostrar su grado de acuerdo o desacuerdo fue:" *El profesorado tiene que reducir los aspectos lúdicos de las salidas, y de esta forma el alumnado comprenderá que el principal objetivo de las salidas es aprender*". En este aspecto de las salidas de campo, es donde se han encontrado las mayores discrepancias, no sólo entre estudiantes de distintas especialidades, sino también entre el alumnado de una misma especialidad. Aun así, hay una amplia mayoría que relacionan la salida de campo con diversión, dado que la mayoría de los estudiantes de ambas especialidades indican estar totalmente en desacuerdo o en desacuerdo con la afirmación, siendo la suma de ambos porcentajes del 87% y del 85% para las especialidades TIP y ByG, respectivamente.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que los futuros docentes de secundaria mantienen ideas adecuadas con respecto a las salidas didácticas teniendo en cuenta además que aún no han recibido formación didáctica específica sobre este recurso. Estos resultados son similares a los reportados por otros autores. En general, las salidas de campo suelen estar bien valoradas por el profesorado (Morcillo et al., 1998; Zamaolla et al., 2014), y según nuestros resultados también por profesorado en formación inicial. Sin embargo, existen otros estudios que indican que profesores en activo suelen emplear poco dicho recurso (Pedrinaci, 2012). Entre las concepciones que mantienen los profesores sobre los recursos didácticos suelen existir contradicciones. Así, un estudio realizado con maestros y maestras de infantil, identifican el aula como el verdadero lugar donde se produce aprendizaje, no obstante, valoran positivamente las actividades que se realizan al aire libre (Sanz y Zuzuarregui, 2017). Esto nos revela la necesidad de seguir indagando en las justificaciones dadas por los estudiantes a cada una de las ideas que se exponen en el cuestionario. Analizar en qué medida las ideas de los futuros docentes poseen coherencia con la opinión dada, ya que de acuerdo a Morentin (2016), el hecho de que el futuro profesorado mantenga una predisposición favorable hacia este recurso no implica necesariamente que vayan a actuar en consecuencia. Esto se debido, según Blázquez (1997), a que los futuros docentes hacen frente a la formación recibida atendiendo a diferentes modelos educativos, procedentes de sus propias experiencias vividas durante su periodo de escolaridad, en los que han integrado, de manera inconsciente, modelos del profesor, prototipos de escuela, identificación de metodologías o rechazos de modelos de aprendizaje, que configuran todo un conjunto de ideas y teorías que quedan implícitas en ellos y que en muchos casos, supone un verdadero obstáculo a la hora de trabajar modelos alternativos, más adecuados de enseñanza y aprendizaje de las ciencias .

Por otra parte, atendiendo a uno de los aspectos que más discrepancias se han observado entre el alumnado de las dos especialidades del MAES ha sido respecto al carácter lúdico de la salida de campo. Si bien, dependiendo de la etapa educativa, la salida debe tener un mayor o menor componente lúdico (en infantil por ejemplo), el valor lúdico de las salidas es un factor importante pero siempre debe ir acompañado de otros objetivos más pretenciosos (objetivos didácticos) y es mejor cambiar lo "divertido" por lo "seductor" para aumentar la curiosidad de los estudiantes hacia el medio, un aspecto que se va perdiendo con las etapas educativa (Fernández, Stengler y Viladot, 2015 citado en Morentin, 2016).

REFERENCIAS

Aguilera Morales, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15*(3), 3103. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103

Blázquez, F. (1997). El profesorado de educación secundaria y su formación profesional. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 28*, 23-38.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. In M.P. Jiménez (Coord.), *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Graó.

Cubero, R. (2000). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Díada.

De Orta, A., Reyes, R., & De Las Heras, M.A. (2016). Repercusiones de la forma de enseñar: emociones que despiertan diferentes tipos de actividades. In J.L.B. Gálan (Ed.) A*ctas de los XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 21-29) Badajoz: Universidad de Extremadura.

Jaén, M., & Bernal, J.M. (1993). Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la geología mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 1*(3), 153-158.

Jiménez-Tenorio, N., & Oliva Martínez, J.M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*(1), 121-136.

Martin, C., Prieto, T., Jiménez, M.A. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, 33,167-184.

Morentin, M. (2016). Las salidas didácticas en la formación inicial del profesorado de educación infantil. In J.L.B. Galán (Ed.), A*ctas de los XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 1149-1157) Badajoz: Universidad de Extremadura.

Morcillo, J.G., Rodrigo, M., Centeno, J.D., & Compiani, M. (1998). Caracterización de las prácticas de campo: Justificación y primeros resultados de una encuesta al profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 6(*1), 242-250.

Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 71*, 81-89.

Pedrinaci, E., Sequeiros, L., & García de la Torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la geología. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 2*, 37-46.

Sanz, J., & Zuzuarregui, A. (2017). Las salidas en el Grado de Educación Infantil: Fomentando el sentido crítico de las futuras maestras. *Enseñanza de las Ciencias, Extra*, 2225-2230.

Tejada, L. (2007). Las salidas, un recurso para el aprendizaje en educación infantil. *Revista Digital Innovación e Investigación Educativa, 14*, 1-12.

Travé, G. (2003). Más allá de las paredes del aula: las salidas de investigación escolar. *Kikiriki, Cooperación educativa, 71-72*, 43-46.

Trivó Travería, G. (2008). El nuevo perfil profesional de los profesores de secundaria. *Educación XX1*(11), 183-209.

Zamalloa, T., Marguregi, G., Fernández, D., Echeverría, I., & Sanz, J. (2014). Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(3), 443-467.

ANEXO I

Cuestionario de exploración de percepciones del alumnado del MAES sobre las salidas de campo (Adaptado de Morentin, 2016).

Cuestionario: las salidas del aula.

En las dos primeras preguntas tienes que aportar tus ideas e intentar justificarlas, en la 3ª pregunta debes valorar tu acuerdo o desacuerdo (1=estoy totalmente en desacuerdo, 4=estoy totalmente de acuerdo) en las 5 frases, y además también puedes justificar esas valoraciones.

1.-Comparada con una actividad de clase, ¿qué mejoras aporta al alumnado una salida (bien sea al medio natural o para visitar un equipamiento concreto)?

2.- ¿En tu opinión, qué características debe tener una salida para ser significativa para el alumnado? Es decir, ¿cómo sería una "salida ideal"?

3.-A) El sacar al alumnado del aula, es decir, el realizar salidas es un recurso muy adecuado par conseguir un aprendizaje significativo =

3.-B) En Secundaria y Bachillerato no es conveniente realizar varias salidas en un curso, dado que se rompen las rutinas y esto tiene efectos negativos en el alumnado =

3.-C) Desde el punto de vista pedagógico, las actividades educativas son realmente significativas si se realizan en el centro educativo. =

3.-D) El profesorado debe planificar las salidas de forma adecuada (con actividades complementarias) para que sean significativas para el alumnado =

3.-E) El profesorado tiene que reducir los aspectos lúdicos de las salidas y de esta forma el alumnado comprenderá que el principal objetivo de las salidas es aprender.=

Justificaciones:

LA CAPACIDAD INICIAL DE ARGUMENTACIÓN DE MAESTROS/AS EN FORMACIÓN INICIAL A TRAVÉS DE UNA ACTIVIDAD SOBRE LA ENERGÍA EÓLICA

Valencia, Juliana[1], Cebrián-Robles, Daniel[1], Franco-Mariscal, Antonio Joaquín[1]

[1]Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga (ESPAÑA)
julianavalencia@uma.es

Resumen

La argumentación es reconocida dentro de la enseñanza de las ciencias como un pilar esencial para el desarrollo del pensamiento científico (Duschl y Osborne, 2002; Osana y Seymour, 2004). Es por ello que se considera primordial que el profesorado en formación inicial desarrolle estas competencias, ya que sus capacidades argumentativas influencian las actividades que desarrollarán en clase, así como el aprendizaje que sus estudiantes realicen (Andrews y Mitchell, 2001). El objetivo de este trabajo es determinar la capacidad inicial de argumentación de maestros/as de educación infantil y primaria en formación inicial puestas en juego en una actividad sobre producción de energía eólica. Los participantes del estudio fueron 76 estudiantes del Grado en Educación Primaria y 56 del Grado en Educación Infantil, que cursaban una asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Málaga (Málaga, España). La actividad planteada es una adaptación de una pregunta de una prueba PISA liberada que trata los recursos naturales en un contexto global (OECD, 2006). Concretamente se presentan cuatro gráficas que muestran la velocidad del viento a lo largo del año en posibles zonas donde se podría instalar una planta eólica, y a partir de ellas se plantean varias cuestiones, enfocadas a medir la capacidad de identificar una conclusión, construir e identificar una justificación, hacer una crítica sobre dos argumentos y proponer un argumento mejorado. Las cuestiones se relacionaron con distintos niveles del aprendizaje progresivo propuesto por Osborne et al. (2016) para la argumentación científica. Para el análisis de cada cuestión se establecieron sistemas de categorías y se realizó la prueba estadística U de Mann-Whitney para detectar posibles diferencias entre grupos. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas (U=1692,50; Z=-2,336; p=0,019) entre los dos grupos a favor de los maestros/as del Grado en Educación Primaria que hicieron mejores críticas entre dos argumentos y propusieron mejores contraargumentaciones. Los resultados ponen de manifiesto la importancia que tiene la mejora de la capacidad de argumentación del profesorado en formación inicial para la evaluación de argumentos contrarios, así como la contraargumentación, poniendo especial énfasis en los maestros/as de Educación Infantil, que según este estudio requieren especial atención. Los resultados también evidenciaron que los maestros/as de ambos grados pudieron identificar una conclusión y construir e identificar una justificación de forma adecuada. Como continuidad de este trabajo está previsto desarrollar un programa formativo en argumentación científica con maestros/as en formación inicial para afianzar los distintos niveles de progresión en la argumentación científica, especialmente en las capacidades argumentativas de dar crítica a argumentos comparativos y proponer un mejor argumento.

Palabras clave: competencia en argumentación; maestros/as en formación inicial; educación primaria; educación infantil; energía eólica.

INTRODUCCIÓN

La argumentación, junto con la indagación y modelización son consideradas elementos importantes de las prácticas científicas (Mosquera-Bargiela, Puig-Mauriz y Blanco-Anaya, 2018) imprescindibles para el desarrollo de competencias. Las competencias claves están en el foco de interés internacional por diferentes programas educativos como PISA (*Programme for International Student Assessment*) (OECD 2016) o TIMSS (Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias) (Acevedo-Díaz, 2005). Dichos programas ponen en el foco de atención en la práctica científica de la argumentación como una de las partes esenciales de sus programas de evaluación o enfoques educativos, imprescindible en el aprendizaje para las clases del sistema K-12 (Henderson, McNeill, González-Howard, Close, y Evans, 2018). La formación que

debe de adquirir el profesorado en formación inicial sobre su competencia en argumentación debe de fomentarse en la enseñanza universitaria, para que luego pueda existir una auténtica transferencia a la práctica (Archila, 2015).

La iniciación en el aprendizaje de la capacidad de argumentación comienza con la identificación y construcción de los elementos esenciales de un argumento (conclusiones, pruebas y justificaciones) (Jiménez-Aleixandre, 2010). La conclusión es el enunciado con el que se quiere convencer de una idea, pero para ello es necesario la aportación de pruebas que serían el apoyo o sustento de dicha conclusión. Para que tenga una coherencia y se pueda vincular esta conclusión, son necesarias justificaciones que sirvan de "pegamento" entre las pruebas y los enunciados. Estos elementos son parte del reconocido modelo analítico de evaluación de un argumento de Toulmin (2003), en el que además se consideran otros elementos como la refutación, la calidad de la conclusión, o el conocimiento previo (*backing*). En el aprendizaje y desarrollo de esta competencia, especialmente con un enfoque científico, se destaca la importancia de la identificación y la evaluación de conclusiones basadas en las pruebas que lo sustentan (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018).

El aprendizaje y mejora de la argumentación científica requiere ir desarrollando progresivamente diferentes niveles de aprendizaje, que según la literatura se enfocan en diferentes aspectos. El aprendizaje progresivo de la capacidad de argumentación de Berland y McNeill (2010) se centra en el contexto institucional, el producto y el proceso de la argumentación, mientras que Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre (2018) ponen el foco de atención en la evaluación de las pruebas que sustentan los enunciados de los argumentos. Otros como Osborne, Henderson, MacPherson, Szu, Wild y Yao (2016) distinguen entre la parte crítica o evaluativa de argumentos y la parte de construcción, entendidas como dos procesos que pueden suceder en el aprendizaje de forma paralela, pero que pueden ser secuenciados con actividades para ir alcanzando de forma progresiva los diferentes niveles que se proponen. La literatura recoge algunas propuestas de actividades para maestros/as en formación inicial (Cebrián-Robles, Franco-Mariscal y Blanco-López, 2018) para avanzar en este aprendizaje progresivo siguiendo este esquema, ya que se ha sugerido que el conocimiento de los maestros/as sobre argumentación científica podría influir en la naturaleza de las actividades de clase que esos maestros/as llevaran a cabo, y por tanto en lo que sus alumnos aprendieran (Andrews y Mitchell, 2001; Sampson y Blanchard, 2012).

El objetivo de este trabajo es determinar la capacidad inicial de argumentación de maestros/as en formación inicial de educación infantil y primaria en una actividad sobre la producción de energía eólica, un contexto de interés en la problemática medioambiental actual. En concreto, se desea utilizar estos resultados para preparar un programa formativo adecuado a los diferentes niveles del Grado de Educación Infantil y Primaria en el que se intenten potenciar las capacidades argumentativas.

METODOLOGÍA

Los participantes de este estudio fueron 132 maestros/as en formación inicial. 76 de ellos cursaban el Grado en Educación Primaria (GEP) y 56 el Grado en Educación Infantil (GEI) en la Universidad de Málaga (Málaga, España). Todos ellos pertenecían al 3º curso, teniendo lugar esta experiencia en una asignatura de didáctica de las ciencias experimentales, con un currículo similar en ambos grados. La muestra de estudio no había recibido una formación previa en argumentación. Los participantes se codificaron con una letra (P para GEP e I para GEI) y un número.

Para alcanzar el objetivo propuesto se realizó, dentro de un cuestionario más amplio, una actividad compuesta por cinco preguntas con diferentes niveles de dificultad para medir la competencia en argumentación escrita. Estas preguntas fueron adaptadas de una prueba liberada de PISA que trataba los recursos naturales en un contexto global (OECD, 2006), concretamente sobre la producción de energía a través de parques eólicos. Para la elaboración de dichas cuestiones se tuvieron en cuenta los niveles de aprendizaje progresivo propuestos por Osborne *et al*. (2016) para el aprendizaje de la argumentación científica. La actividad planteada incluía cuatro gráficas (A, B, C y D) (Fig. 1) que representaban la velocidad del viento en todos los meses del año en cuatro posibles zonas donde se podría instalar una planta eólica.

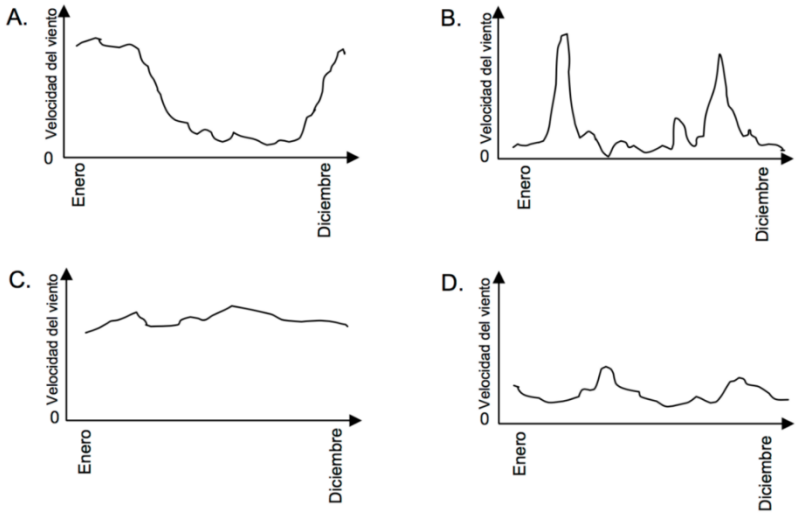


Figura 1. Gráficas de la actividad planteada (tomada de OCDE, 2006)

Basándonos en estas cuatro gráficas el cuestionario elaborado fue el que se detalla a continuación:

- Pregunta 1: El ingeniero Juan dijo: Lo más interesante es una zona que produzca mucha energía en las estaciones de invierno que es cuando más se necesita y no tanto en las estaciones de verano o primavera. ¿Cuál es la conclusión a la que ha llegado Juan? *Juan afirma que la mejor zona es la A, B, C, o D. (Rodea con un círculo la que creas que se ajusta mejor a la conclusión de Juan).*

Esta cuestión expone la conclusión a la que ha llegado un ingeniero sobre cuál sería la mejor ubicación para la central eólica basándose en las necesidades de energía de la población a lo largo del año. En ella se expresa que la mayor demanda energética se produce en invierno, y se pide a los maestros/as que identifiquen esta zona en las gráficas dadas (Fig. 1). Esta cuestión corresponde con el nivel 0b (identificación de una conclusión) de los niveles de aprendizaje progresivo de Osborne *et al*. (2016) para la argumentación científica.

- Pregunta 2: María considera que la mejor zona para construir la planta eólica es la C. Escribe una justificación que apoye la conclusión de María.

La segunda cuestión plantea que otra ingeniera ha escogido la zona C como la mejor zona para la ubicación de la central eólica, y se les pide que justifiquen por qué esa zona es la más adecuada. Esta cuestión corresponde con el nivel 1a (construcción de una justificación) (Osborne et al., 2016).

- Pregunta 3: Luisa, una tercera ingeniera, concluye que la mejor zona es la B. Dadas estas dos posibles justificaciones:

  a) Porque existen dos meses del año en las que la velocidad del viento es muy alta y esto generaría mucha energía.

  b) Porque a excepción de dos meses presenta la velocidad del viento constante y así generaría energía para todo el año.

  ¿Cuál de las justificaciones anteriores es la que más se adapta a la conclusión de Luisa?

En esta cuestión, se ofrecen dos justificaciones entre las que se debe elegir cuál es la que mejor se adapta a la zona B, propuesta por una tercera ingeniera como mejor opción. Corresponde con el nivel 1b (identificación de una justificación) en el modelo de Osborne et al. (2016).

- Pregunta 4: ¿Con cuál de los tres ingenieros e ingenieras estás menos de acuerdo? Si tuvieras que responderle, ¿qué argumento le plantearías? Estoy menos de acuerdo con … porque ….

Tabla 1. Rúbrica utilizada para valorar las respuestas de los maestros/as en formación.

Nivel	Descripción	Ejemplo de respuesta (código del estudiante)
Cuestión 1 (Identificación de una conclusión, nivel 0b de Osborne et al., 2016)		
0	No responde	---
1	Zona B, C ó D	---
2	Zona A	---
Cuestión 2 (Construye una justificación, nivel 1a de Osborne et al., 2016)		
0	No responde	---
1	No hay justificación o es errónea	Pienso que la zona C es mejor porque hay más viento en primavera (I66)
2	Hay una justificación en relación con la idea de viento constante	Es mejor el viento constante todo el año para no tener cortes de electricidad (I35)
Cuestión 3 (Identifica justificación, nivel 1b de Osborne et al., 2016)		
0	No responde	---
1	B	---
2	A	---
Cuestión 4 (Critica entre dos argumentos, justifica los dos y da un argumento mejor, niveles 2c y 2d de Osborne et al., 2016)		
0	No responde	---
1	Juan o María	Estoy menos de acuerdo con María (P59)
2	Luisa + crítica con justificación	Estoy menos de acuerdo con Luisa porque sólo hay buena velocidad del viento dos meses al año (I33)
3	Luisa + crítica con justificación + mejor argumento	Estoy menos de acuerdo con Luisa porque hay muy poco viento a lo largo del año lo que implica menor energía que en otras zonas, y porque la velocidad no es constante, existen dos picos puntuales que son muy altos y no podrían aprovecharse. Lo mejor sería una velocidad del viento constante para poder aprovecharla durante todo el año y suficientemente alta como para soportar la demanda (P14)
Cuestión 5 (Critica un argumento y da un contraargumento, niveles 1d y 2a de Osborne et al., 2016)		
0	No responde	---
1	Conclusión vaga	La energía hidráulica es mejor (P27)
2	Conclusión + prueba	La central hidráulica sería mejor porque podría recurrirse al agua acumulada para generar energía (I22)
3	Conclusión + prueba + justificación	Sería mejor una central hidráulica ya que con ella tenemos asegurado el suministro de energía durante todo el año, aunque no llueva se puede usar el agua acumulada para producir electricidad (P18)
4	Conclusión + prueba + justificación + crítica	Es mejor instalar una central hidráulica porque esta puede servir como almacén energético y en casos de necesidad se puede abrir la presa para generar más electricidad. Sin embargo la energía eólica depende del viento y no siempre se dispone de él ni con una buena intensidad para generar suficiente energía(P43)

RESULTADOS

La Tabla 2 muestra la frecuencia y los porcentajes (entre paréntesis) de maestros/as del GEI y GEP que se encuentran en los distintos niveles para cada cuestión.

Tabla 2. Frecuencia y porcentajes de participantes en cada nivel de cada cuestión

Nivel	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Cuestión 1					
Identificación de una conclusión, nivel 0b de Osborne et al. (2016)					
GEI (N = 56)	0	2 (3,57)	54 (96,43)	---	---
GEP (N = 76)	2 (2,63)	0	74 (97,37)	---	---
Cuestión 2					
Construye una justificación, nivel 1a de Osborne et al. (2016)					
GEI (N = 56)	0	1 (1,78)	55 (98,22)	---	---
GEP (N = 76)	1(1,32)	0	75 (98,68)	---	---
Cuestión 3					
Identifica justificación, nivel 1b de Osborne et al. (2016)					
GEI (N = 56)	0	8 (14,29)	48 (85,71)	---	---
GEP (N = 76)	2 (2,63)	7 (9,21)	67 (88,16)	---	---
Cuestión 4					
Critica entre dos argumentos, justifica los dos y da un argumento mejor, niveles 2c y 2d de Osborne et al. (2016)					
GEI (N = 56)	1 (1,78)	24 (42,86)	29 (51,79)	2 (3,57)	---
GEP (N = 76)	1 (1,32)	18 (23,68)	52 (68,42)	5 (6,58)	---
Cuestión 5					
Critica un argumento y da un contraargumento, niveles 1d y 2a de Osborne et al. (2016)					
GEI (N = 56)	33 (58,93)	9 (16,07)	10 (17,86)	3 (5,36)	1 (1,78)
GEP (N = 76)	35 (46,05)	23 (30,26)	6 (7,90)	8 (10,53)	4 (5,26)

El porcentaje de respuestas adecuadas (nivel 2) en las dos primeras cuestiones es muy elevado, superando el 96% de los participantes en todos los casos. Estos resultados indican que los maestros/as en formación inicial superan con éxito los niveles argumentativos de identificar una conclusión y construir una justificación.

Para la tercera cuestión los porcentajes de respuestas adecuadas se sitúan alrededor del 85% para GEI y del 88% para GEP (nivel 2), siendo solamente dos los maestros/as pertenecientes al grupo de GEP los que dejan sin respuesta esta cuestión. A pesar de ello, el porcentaje de respuestas adecuadas del grupo GEP es ligeramente superior que en el grupo de GEI.

En la cuarta cuestión, donde hay hasta cuatro niveles de logro, los mayores porcentajes de respuestas se sitúan en los niveles 1 y 2 intermedios, siendo los niveles extremos 0 (sin respuesta) y 3 (respuesta más adecuada) los que muestran menores porcentajes, obteniéndose como porcentaje más elevado el 6,58% en el caso de GEP. Esto pone de manifiesto que la crítica

entre dos argumentos es una habilidad que aún no está superada por los maestros/as en formación inicial que participaron en este estudio.

En la última cuestión resalta especialmente que un elevado porcentaje de las respuestas se concentren en el nivel 0 (sin respuesta) tanto para GEP (46% de los maestros/as) como para GEI (casi el 60%). Los resultados parecen mostrar que la crítica de un argumento y ofrecer un contraargumento resulta una tarea compleja, ya que sólo el 7% de los maestros/as de GEI y el 15% de GEP se sitúan en los niveles de logro 3 y 4 más adecuados.

Una visión global de estos niveles de logro nos lo ofrece el cálculo del valor promedio alcanzado en cada una de las cuestiones. Así, la Tabla 3 representa los valores promedios obtenidos por los maestros/as de GEI y GEP en cada cuestión y los datos de la prueba estadística U de Mann-Whitney.

Tabla 3. Valores promedios obtenidos para maestros/as de GEI y GEP para todas las cuestiones realizadas y valores de la prueba estadística U de Mann-Whitney

	Media (GEI)	Media (GEP)	U	Z	p
1	1,964	1,947	2092	-0,459	0,646
2	1,982	1,974	2110	-0,321	0,748
3	1,857	1,855	2084	-0,349	0,727
4	1,571	1,803	1692,5	-2,336	0,019*
5	0,75	0,987	1884	-1,221	0,222

* A favor de GEP

Se observa, que tanto los maestros/as del GEI como los de GEP obtuvieron una puntuación promedio para las tres primeras cuestiones cercana a 2, que es el máximo que puede obtenerse en dichas preguntas. Los promedios en las dos últimas preguntas son especialmente bajos en los dos grupos, ya que la puntuación máxima es de 3 puntos en la cuestión 4 y de 4 puntos en la cuestión 5, y el promedio en estas cuestiones apenas sobrepasa la mitad de la puntuación máxima que puede alcanzarse en la pregunta 4 y ni siquiera llega a 1 en la cuestión 5. Esto se debe principalmente a que en la cuestión 4, los maestros/as en formación no son capaces de alcanzar los niveles 2c y 2d de aprendizaje progresivo propuestos por Osborne et al. (2016) de dar crítica a dos argumentos y construir uno mejor, por lo que la mayoría de las respuestas obtenidas se encuentran en los niveles de logro intermedios (Tabla 2). Por otro lado, en la cuestión 5, donde se les pide que critiquen los argumentos expuestos y que además ofrezcan un contraargumento, una parte importante de los maestros/as de ambos grupos (GEI y GEP) optaron por no responder (Tabla 2).

La prueba U de Mann-Whitney mostró únicamente diferencias estadísticamente significativas entre GEI y GEP para la cuestión 4, correspondiente al nivel superior de aprendizaje progresivo de Osborne et al. (2016), a favor de los maestros/as de GEP.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que la capacidad inicial de argumentación de los maestros/as en formación inicial, tanto del GEI como GEP es adecuada, al superar los niveles 0b, 1a y 1b del modelo de aprendizaje progresivo para la argumentación científica propuesto por Osborne et al. (2016) (cuestiones 1, 2 y 3).

Sin embargo, se deben mejorar especialmente los niveles de progresión 1d, 2a, 2c y 2d de ambos grupos de maestros/as (cuestiones 4 y 5), porque las respuestas mayoritarias se concentran en los niveles de la rúbrica más inadecuados. Además, el hecho de haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en la cuestión 4, a favor de GEP, pone de manifiesto que los maestros/as del GEI requieren mejorar especialmente estas capacidades argumentativas.

Desde nuestro punto de vista, una forma de producir estas mejoras es diseñando e implementando un programa formativo en argumentación científica para maestros/as en formación inicial de ambos grados, en el que no sólo se intenten potenciar las capacidades argumentativas de los niveles de argumentación más avanzados, en los que han obtenido menor puntuación (dar crítica a argumentos comparativos y proponer un mejor argumento), sino también para afianzar el resto de niveles de progresión argumentativa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de los siguientes proyectos:

Proyecto I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria" (EDU2017-82197-P), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017.

Proyecto de Innovación Educativa PIE19-139 "Educación STEAM en la formación de estudiantes universitarios", financiado por la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

Acevedo-Díaz, J.A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2*(3), 282–301.

Andrews, R., & Mitchell, S. (2001). *Essays in argument*. London: Middlesex University Press.

Archila, P.A. (2015). ¿Cómo formar profesores de ciencias que promuevan la argumentación?: Lo que sugieren avances actuales de investigación. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 20*(3), 399–432.

Berland, L.K., & McNeill, K.L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education, 94*(5), 765–793.

Bravo-Torija, B., & Jiménez-Aleixandre, M.P. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(4), 619–638.

Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A.J., & Blanco-López, Á. (2018). Preservice Elementary Science Teachers' Argumentation Competence: Impact of a Training Programme. *Instructional Science, 46*(5), 789–817.

Duschl, R.A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education, 38*(1), 39–72.

Henderson, J.B., McNeill, K.L., González-Howard, M., Close, K., & Evans, M. (2018). Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(1), 5–18.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Barcelona: Graó.

Mosquera-Bargiela, I., Puig-Mauriz, B., & Blanco-Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil: una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 36*(1), 7–23.

OECD (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Anexo A, Unidad 16 de ciencias, Plantas de energía eólica* (pp. 183-187). Bruselas: OECD. Retirado de https://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf

OECD (2016). The Organisation for Economic Co-operation and Development. Retrieved from The Organisation for Economic Co-operation and Development http://www.oecd.org/

Osana, H.P., & Seymour, J.R. (2004). Critical Thinking in Preservice Teachers: A Rubric for Evaluating Argumentation and Statistical Reasoning. *Educational Research and Evaluation: An International Journal on Theory and Practice, 10*(4-6), 473–498.

Osborne, J., Henderson, J.B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching, 53*(6), 821–846.

Sampson, V., & Blanchard, M.R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching, 49*(9), 1122–1148.

Toulmin, S.E. (2003). *The uses of argument* (3 ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

BRINCAR E APRENDER CIÊNCIAS FÍSICAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Ana Peixoto

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (PORTUGAL)
anapeixoto@ese.ipvc.pt

Resumo

Durante os primeiros anos as crianças são movidas pelo motor da curiosidade e mais recetivas a novas aprendizagens. Se desafiadas convenientemente, conseguem integrar os seus saberes com novos saberes (Vega, 2006; Peixoto, 2018a). No entanto, a investigação em didática tem mostrado que as práticas dos educadores e dos professores (Peixoto, 2008, 2017) apresentam um défice de formação em ciências acabando por inibir essa curiosidade (Cañal, 2011). Kishimoto e Ono (2008) defendem que não se nasce a saber brincar e se deve estimular crianças e adultos a aprenderem com as brincadeiras, proporcionando-lhes atividades práticas desafiadoras e envolventes (Davies & McGregor, 2017; Peixoto, 2018a). Para Kishimoto (2008) os brinquedos estão repletos de ciências. Ao montar, desmontar ou construir um brinquedo aprende-se muito sobre o modo como funciona e as condições necessárias para o seu funcionamento. O estudo longitudinal, de natureza qualitativa e exploratório (tipo estudo de caso) (Coutinho, 2015), pretendeu responder à questão "Como as atividades práticas investigativas, envolvendo brinquedos, podem promover competências nos futuros educadores e professores na abordagem das ciências físicas?". Para o efeito foram envolvidos 39 futuros educadores de infância e professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências do 2.º Ciclo do Ensino Básico, ao longo de quatro edições, dos respetivos mestrados e que frequentaram a unidade curricular opcional do 2.º semestre "Brinquedos com ciências". Para a recolha de dados foi utilizada a observação participante, gravações áudio e vídeo, diário do investigador e entrevistas não estruturadas. No decorrer de 16 semanas (32 horas) os estudantes foram desafiados a construírem brinquedos recorrendo a materiais não estruturados (cartão, madeira, latas, sacos do lixo). A construção de todos os brinquedos envolvia conceitos de ciências passíveis de serem explorados com os futuros alunos (crianças dos 3 aos 12 anos). Os temas trabalhados foram alavancas, roldanas, rodas dentadas, eixos, transformações de energia, forças, centros de massa e circuitos elétricos. Todas as sessões iniciaram com um desafio que deveria ser resolvido em duas horas. Nas últimas três sessões os estudantes tiveram que construir um brinquedo passível de ser explorado com as crianças. Destas sessões resultou a construção de oito brinquedos, envolvendo temas relacionados com as máquinas simples, magnetismo, transformações de energia, forças, princípio de Arquimedes, rodas e eixos. Os resultados mostram que nenhum dos desafios ficou por resolver, apesar do grau de complexidade de alguns deles. A competência dos estudantes perante os desafios foi de resolução imediata do problema, tentando encontrar soluções para o ultrapassar. Os vários brinquedos construídos revelaram o domínio diferentes tipos de competências, quer procedimentais, quer cognitivas relacionadas com o conhecimento científico, quer atitudinais. Dos brinquedos construídos destacaram-se autómatos como uma moto construída com latas de refrigerante, um comboio construído com latas de coca-cola e um barco construído com cruzetas de arame. As conclusões deste estudo apontam para o emergir de diferentes competências, por parte dos estudantes, que ao construírem os brinquedos se posicionaram no papel de crianças resolvendo e ultrapassando todos os obstáculos, envolvendo-se em atividades práticas investigativas que inclui no mesmo brinquedos diferentes conceitos de ciências.

Palavras-chave: ciências; atividades práticas investigativas; brincar; brinquedos; futuros professores.

INTRODUÇÃO

Falar em relacionar ao brincar e aprender no ensino superior pode despoletar alguma estranheza. Mas ao pensar na formação de futuros educadores de infância, que trabalharão com crianças dos zero aos cinco anos, em futuros professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico, que irão ensinar crianças dos seis aos nove anos, ou mesmo, em futuros professores de Matemática e

de Ciências Naturais, com a missão de ensinar crianças dos 10 aos 12 anos, este pensamento toma novas dimensões.

De acordo com Peixoto (2018a) torna-se necessário desenvolver um novo olhar sobre a formação dos futuros educadores e professores, nomeadamente sobre a natureza do brincar interligando-a com o aprender a brincar e com a capacidade de desenvolver a resolução de problemas, potenciando a curiosidade existente nestas idades, aleada ao desejo e vontade por parte de crianças e de adultos, em abraçar novos desafios. Aprender e educar em ciências apresenta hoje, mais do que nunca, como um desafio que deverá estar presente na formação dos futuros profissionais de ensino de crianças dos zero aos 12 anos, estimulando o pensamento criativo "reconhecendo-o [que o] (…) exercício mental, tanto em sala de aula como fora dela, deve ser sempre divertido" Hussey (2017, p. 9).

A aprendizagem das ciências inicia nas primeiras interações da criança com a observação atenta de tudo que a rodeia (Peixoto, 2008). O próprio Einstein descreve um episódio revelador da importância de observar e compreender fenómenos relacionados com ciências:

> vivi um milagre (…) quando era criança, com 4 ou 5 anos, quando o meu pai me mostrou uma bússola. O facto da agulha se comportar de uma determinada maneira não corresponde ao tipo de eventos que podem ser encontrados no mundo inconsciente (…) Ainda hoje me recordo, ou penso recordar-me, que esta experiência deixou em mim uma marca profunda e permanente. (Wickert, 2011, p.33)

Esta importância de estimular a criança, desde muito cedo, para as ciências é salientada por Kishimoto (2010) reconhecendo que a criança possui os seus saberes e que esses saberes devem ser potenciados pelo adulto, ajudando-a a brincar de forma dirigida e intencional de forma a acrescentar novos saberes.

Como referem as Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar (OCEPE) (Silva, Marques, Mata, & Rosa, 2016) os primeiros anos de uma criança (zero aos cinco anos e 11 meses) abarca uma etapa de "desenvolvimento de aprendizagens fundamentais (…) [no] desenvolvimento de atitudes e valores estruturantes para aprendizagens futuras" (p. 4).

O ato de brincar nos primeiros anos apresenta-se como uma atividade em que a criança livremente organiza, individualmente ou em grupo, as suas brincadeiras apoiadas por materiais, ou brinquedos, recorrendo ao seu imaginário, construindo e reconstruindo cenários, imitando situações por ela vivenciadas ou imaginadas, mas sempre associadas a princípios físicos por ela observados, embora, não os sabendo explicar. Quando se observa uma criança a brincar constata-se que, por exemplo, se está a imaginar que é um aviador, os movimentos que desenha com o seu avião descrevem movimentos por ela observados por via de diferentes fontes de informação. A forma como posiciona o avião, o facto de escolher o ar para o avião se movimentar, o posicionamento da sua mão no centro de massa do avião, para a partir daí obter o equilíbrio, apresentam-se como interligações entre os saberes pessoais, obtidos pela sua observação e pela sua experiência nas várias aprendizagens que foi adquirindo ao longo da sua curta vida, obtidos muitas vezes à medida que brinca.

Durante a observação que o adulto efetua da brincadeira da criança pode e deve existir interação com intencionalidade educativa, permitindo alargar a brincadeira da criança a novas possibilidades. Ainda dentro deste exemplo, o adulto partindo dos conhecimentos da criança, pode desafiá-la a experimentar novas situações, podendo experimentar aviões construídos em papel, hidroaviões, valorizando os materiais não estruturados de baixo (latas ou embalagens de plástico), ou mesmo alargando a brincadeira para a construção de paraquedas (usando apenas sacos de lixo e fios de diferentes materiais). Os princípios físicos aí subjacentes podem estar ligados à aerodinâmica, ao peso, aos centros de massa, à impulsão, à resistência de materiais, à diferença entre peso e massa, podendo ser explorados, pela via da resolução de problemas, pelo adulto em interação com a criança com naturalidade, e com intencionalidade educativa. Como refere Hussey (2017) "pensar de forma diferente, pensar de novo e pensar passo a passo requer agilidade mental e capacidade para aprofundar. Sem ele, o desenvolvimento limita-se a uma compreensão superficial da realidade que nos rodeia" (p. 9). Nesta dinâmica, o diálogo entre o adulto e a criança apresenta grande importância pois o adulto pode desafiar a criança a resolver pequenos problemas que a desafiem a experimentar várias soluções para essa resolução. Como referem Veja (2006) e Peixoto (2018b) as crianças, se desafiadas, podem integrar os seus saberes com novos saberes mostrando-se sempre recetiva a novas aprendizagens. Este

pressuposto é também defendido por Kishimoto e Ono (2008) quando afirmam que a criança não nasce a saber brincar e que se deve estimular as crianças e adultos a aprenderem com as brincadeiras, proporcionando-lhes atividades práticas desafiadoras e envolventes (Davies & McGregor, 2017; Peixoto, 2018b).

Retomando a formação inicial de educadores e professores dos zero aos 12 anos a importância do brincar e a sua associação ao aprender não se encontra patente em todos os documentos oficiais portugueses destinados a estas idades. Apenas as OCEPE (Silva, Marques, Mata, & Rosa, 2016) reconhecem que a articulação entre as áreas de desenvolvimento e a aprendizagem referindo que esta "assenta no reconhecimento que brincar é a atividade natural da iniciativa da criança que revela a sua forma holística de aprender" (p. 10). Os currículos do 1.º Ciclo do Ensino Básico e do 2.º Ciclo do Ensino Básica não fazem qualquer referência a esta articulação. No entanto, salientam nas metas de aprendizagem a importância do desenvolvimento do pensamento criativo. Ora como refere Kishimoto (2008) os brinquedos estão repletos de ciências. Ao montar, desmontar ou construir um brinquedo aprende-se muito sobre o modo como ele funciona e as condições necessárias para o seu funcionamento e isso pode ser aplicado quando se exploram, mesmo dentro do ensino formal, a conteúdos a que se pretende lecionar às crianças. No entanto alguns autores referem que muitas vezes as atividades práticas desenvolvidas em sala de aula são pouco desafiadoras para as crianças limitam-se a atividades que se repetem décadas após décadas nos manuais escolares sem que as crianças sejam desafiadas a experimentar algo de novo. Alguns autores como Aston (2017) atribuem este facto aos escassos conhecimentos dos professores que "se devem à falta de formação recebida quando eles e elas estudaram a disciplina de ciências" (p. 12). Outros autores como (Peixoto, 2008, 2017) que tem investigado no âmbito da didática têm mostrado que as práticas dos educadores e dos professores apresentam um défice de formação em ciências acabando por inibir a curiosidade da criança (Cañal, 2011).

Foi com base em todos os pressupostos apresentados que se desenvolveu um estudo longitudinal onde se pretendeu responder à questão de investigação: Como as atividades práticas investigativas, envolvendo brinquedos, podem promover competências nos futuros educadores e professores na abordagem das ciências físicas? O estudo decorreu durante quatro anos consecutivos, enquadrado na unidade curricular "Brinquedos com ciências", opção, do 2.º semestre do 1.º ano, com a duração semestral de 32 horas e que se encontra contemplada no plano de estudo dos cursos de mestrado de habilitação para a docência de educadores de infância e do curso de mestrado para professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico. Os objetivos de aprendizagem desta unidade curricular são: Observar e identificar princípios físicos e químicos no funcionamento do brinquedo; aprofundar fundamentos básicos de uma sólida cultura científica; traduzir e aplicar de forma matemática as leis da física e da química aos brinquedos; transformar os brinquedos apoiados nas leis da física e da química; desenvolver atividades diversificadas que promovam a aprendizagem das ciências físicas; desenvolver conhecimentos e competências concetuais, procedimentais e atitudinais que promovam a abordagem de atividades práticas suscetíveis de serem abordadas no pré-escolar e no 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico; promover atividades de inovação pedagógica na conceção e formulação de estratégias e na escolha de recursos didáticos; desenvolver uma atitude investigativa e a capacidade de reflexão e análise crítica sobre os próprios desempenhos.

METODOLOGIA

De modo a permitir responder à questão de investigação formulada optou-se por uma metodologia qualitativa, naturalista e exploratória (tipo estudo de caso) apoiada num paradigma interpretativo (Coutinho, 2015). Como técnicas e instrumentos de recolha de dados optou-se pela observação participante, gravações áudio e vídeo, diário do investigador e entrevistas não estruturadas. Como participantes estiveram envolvidos 39 estudantes, correspondendo a 37 raparigas e dois rapazes (tabela 1), todos futuros educadores de infância e/ou professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico, que ao longo das quatro edições frequentaram a unidade curricular "Brinquedos com ciências".

Durante 16 semanas presenciais (32 horas) os estudantes foram desafiados a construírem brinquedos, recorrendo a materiais de baixo custo como: cartão, madeira, latas, sacos do lixo, entre outros. Intencionalmente e como objetivos de aprendizagens dos estudantes a construção

de todos os brinquedos envolvia conceitos de ciências físicas passíveis de serem explorados com os seus futuros alunos (crianças dos 0 aos 12 anos, dependendo das formações). De forma a potenciar os conhecimentos pessoais dos estudantes, partilhando saberes mais específicos da sua formação como futuros educadores de infância e futuros professores do 1.º e 2.º Ciclos, durante as quatro edições foram formados grupos de estudantes que incluíam estudantes de ambos os cursos de mestrado.

Tabela 1. Número e género relativo aos estudantes que frequentaram "Brinquedos com ciências"

Ano lectivo	Número total de estudantes	Raparigas	Rapazes
2015/2016	13	12	1
2016/2017	10	9	1
2017/2018	8	8	0
2018/2019	8	8	0
Total	39	37	2

Os temas trabalhados durante as sessões presenciais foram: alavancas; roldanas; rodas dentadas; eixos; transformações de energia; forças; centros de massa; noções de aerodinâmica e circuitos elétricos. Todas as sessões iniciaram com um desafio que os estudantes tinham que resolver e que consistia na construção de um brinquedo. A metodologia de atividades práticas utilizada era apoiada em atividades práticas do tipo investigativo (Figueiroa, 2012), não sendo, portanto, fornecido qualquer tipo de protocolo experimental que induzisse a construção do brinquedo. Era condição obrigatória a resolução do desafio durante as duas horas de aula. Sempre que o grupo de estudantes terminava o desafio antes do tempo previsto, foi proposto um novo desafio de natureza mais complexa. Como material de apoio, e durantes as sessões presenciais foram colocadas à disposição dos estudantes várias ferramentas como: torno mecânico; berbequins; martelos; serrotes; chaves de parafuso; serra elétrica; pistolas de cola quente; tesouras de chapa; entre outras, a que recorriam para a resolução do desafio. Durante estas sessões a professora adotou uma postura observador participante, sempre atenta ao trabalho do grupo e ajudando os grupos nas tarefas. Sempre que se mostrou necessário foram colocadas algumas questões quando se verificou que a solução adotada pelo grupo poderia não ser a mais adequada e desafiando-os a pensar novas abordagens. Durante três sessões (correspondentes a seis horas) os estudantes tiveram que construir um brinquedo passível de ser explorado com crianças dos três aos 12 anos. Ao longo de todas as sessões foram apresentados vários brinquedos relacionados com o tema abordados em cada aula que pretendia servir de fonte de inspiração para o brinquedo a construir pelo grupo. Para isso recorreu-se a páginas web, brinquedos já construídos, vídeos de construção de brinquedos, entre outros. Destas sessões resultou a construção de oito brinquedos, envolvendo temas relacionados com as máquinas simples, magnetismo, transformações de energia, forças, princípio de Arquimedes, rodas e eixos. Todas as sessões presenciais terminaram com uma auto e heteroavaliação em que os estudantes avaliaram os seus brinquedos e os dos outros grupos. Na décima sexta sessão os estudantes apresentaram, à turma, o brinquedo construído explicando o seu funcionamento e os conceitos de ciências envolvidos, quais os problemas com que foram confrontados durante a sua construção e as idades das crianças com quem pretendiam explorar o brinquedo. No final desta sessão os estudantes foram desafiados apresentar o seu brinquedo no encontro da criatividade intitulado "ensinar e aprender com criatividade dos 3 aos 12 anos" que se realizou todos nos anos na instituição de formação.

RESULTADOS

Como foi referido anteriormente todas as sessões iniciavam com um desafio. De modo a permitir uma melhor compreensão do processo, os resultados serão divididos em duas secções: uma relacionada com os desafios propostos pela professora, relacionando a capacidade de resolução de problemas por parte dos estudantes e a resolução dos desafios e, uma segunda, abordando

alguns brinquedos construídos pelos estudantes passíveis de serem explorados com alunos dos 3 aos 12 anos.

Alguns dos desafios propostos pelo professor

Em todas as edições a unidade curricular "Brinquedos com ciências" iniciou com o tema das máquinas simples. A opção por este tema estava ligada ao facto dos estudantes terem que abordar este tema, como futuros profissionais e, em alguns casos, nunca o terem abordado como estudantes ao longo do seu percurso académico, em nos casos em que o tema foi abordado recorreriam sempre aos exemplos mais convencionais ficando-se pelas tesouras, balanças de dois pratos, corta-unhas, alicates, martelo, quebra-nozes, entre outros. Os conceitos trabalhados durante a sessão presencial foram dirigidos à identificação de força potente e força resistente, condições de equilíbrio de uma máquina simples, braço da força potente e braço da força resistente e fulcro, coincidente com o centro de massa da alavanca. Os estudantes deveriam construir alavancas interfixas, interpotentes e inter-resistentes, mas recorrendo a outras situações onde estes conceitos estavam presentes. O primeiro desafio foi construir, recorrendo aos materiais que considerassem adequados, a situação de equilíbrio patente na Fig. 1.

Figura 1. Equilíbrio de uma alavanca interfixa.

Nas duas primeiras edições os estudantes manifestaram alguma dificuldade na escolha do material, dado que lhes foram facultados pregos com diferentes tamanhos e massas e até chegarem à conclusão que necessitavam de escolher pregos todos iguais levaram algum tempo. No entanto, todos conseguiram concluir o desafio. Já nas duas edições seguintes os estudantes conseguiram concluir o desafio rapidamente tendo sido desafiados a fazerem a mesma construção mas recorrendo a palitos de espetada e fósforos. Este desafio, para alguns grupos, não foi de resolução imediata dado que nem todos identificaram a necessidade de recorrerem a outros materiais, como plasticina de forma a construírem uma cabeça para os palitos de espetada (Fig. 2), no entanto quando a professora os questionava sobre se precisavam de mais algum material eles exponham as suas dificuldades e rapidamente chegaram à necessidade de recorrer a plasticina.

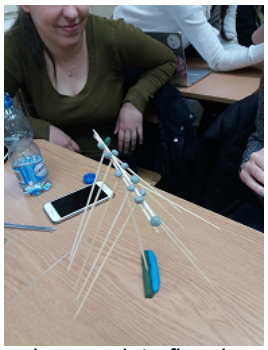


Figura 2. Construção da alavanca interfixa de natureza mais complexa.

Outro desafio proposto aos estudantes estava relacionado com rodas e eixos onde se pretendia construir o brinquedo apresentado na Fig. 3.

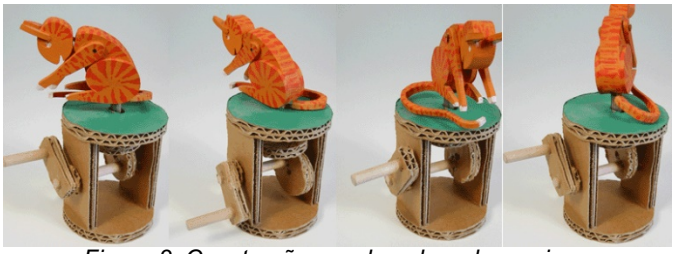


Figura 3. Construção envolvendo rodas e eixos

Este foi dos desafios mais complexos dado que o gato tinha que subir e descer à medida que se dava à manivela e os estudantes apresentaram dificuldades em controlar as duas rodas e o posicionamento do eixo de forma a permitir esse movimento. Neste desafio os estudantes da 4.ª edição mostraram melhores níveis de execução do desafio (Fig. 4).

Figura 4. Construção do brinquedo com rodas e eixos de um grupo da 4.ª edição

Um outro desafio esteve relacionado com os movimentos circulares envolvendo simultaneamente composição e decomposição da luz branca. Aqui os estudantes foram desafiados a construir um disco de newton, recorrendo a cartão e a rebites. Este desafio foi bem acolhido pelos estudantes e os resultados revelaram níveis elevados de concentração, negociação entre os elementos do grupo e de competências de resolução de problemas (Fig. 5).

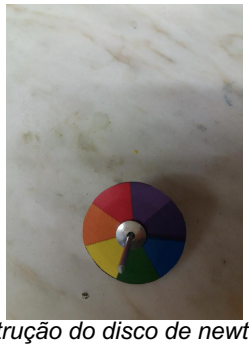


Figura 5. Construção do disco de newton com rebites

Um outro desafio esteve ligado à construção de um paraquedas recorrendo a sacos de lixo, a diferentes fios e a esferovite. O paraquedas veria transportar um ovo cru sem o partir (Fig. 6).

Figura 6. Construção do paraquedas gigante

Este desafio foi o que revelou mais agrado por parte dos estudantes porque como não podiam partir o ovo foram experimentando com outros objetos da dimensão do ovo e só quando verificavam que o paraquedas funcionava na perfeição é que experimentaram com o ovo.

Num balanço de todos os desafios nenhum ficou por resolver embora o produto final apresentasse diferentes níveis de qualidade consoante o grupo. No entanto, pode-se verificar que os grupos em alguns desafios apresentavam níveis melhores, mas em outros já apresentavam níveis de produção de qualidade menor.

Brinquedos dos estudantes para usar com crianças dos 3 aos 12 anos

Como se referiu anteriormente as três últimas sessões foram dedicadas à construção de um brinquedo para ser utilizado com crianças dos 3 aos 12 anos. Destas sessões resultou a construção de oito brinquedos, envolvendo temas relacionados com as máquinas simples, magnetismo, transformações de energia, forças, princípio de Arquimedes, rodas e eixos. Alguns destes brinquedos podem ser visualizados em Peixoto (2018). Os resultados mostram que nenhum dos desafios ficou por resolver, apesar do grau de complexidade de alguns deles. A competência dos estudantes perante os desafios foi de resolução imediata do problema, tentando encontrar soluções para o ultrapassar. Apresentam-se a seguir alguns desses brinquedos. Um grupo de estudantes da 3.ª edição optou por construir um aeroporto envolvendo vários conceitos de ciências. A Fig. 7 ilustra algumas etapas dessa construção.

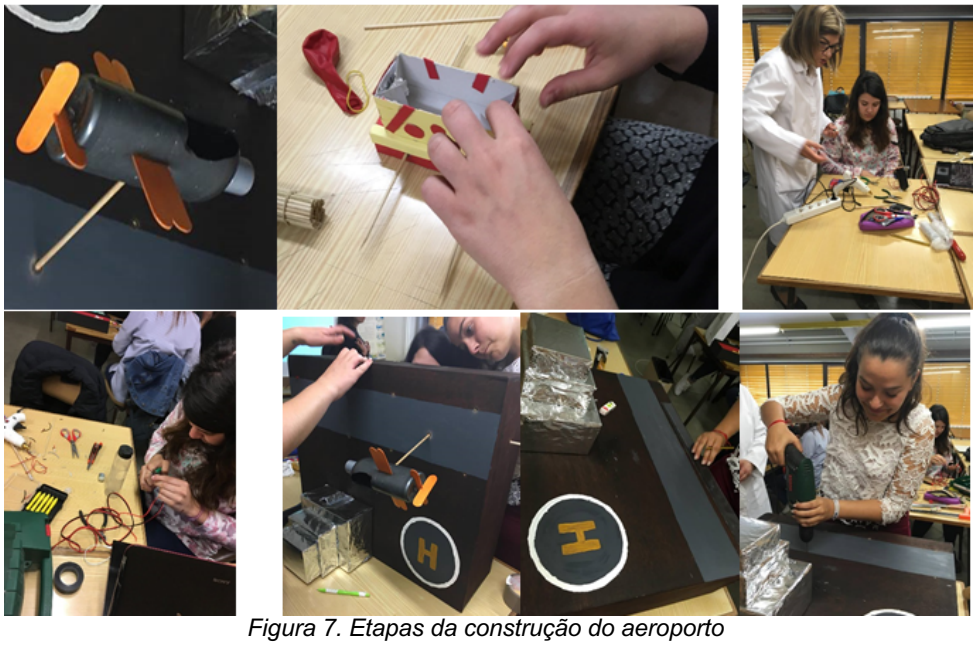


Figura 7. Etapas da construção do aeroporto

Um outro brinquedo construído, por um grupo de estudantes da 4.ª edição foi um comboio motorizado que foi construído com latas de coca-cola e que envolveu circuito elétricos, rodas e eixos e roldanas (Fig. 8).

Figura 8. Construção do comboio motorizado

Um outro exemplo também construído por um grupo de trabalho da 3.ª edição foi uma moto, também ela motorizada (Fig. 9), que envolvia a aplicação de conceitos de circuitos elétricos e transformação de energia (através de um painel fotovoltaico) e roldanas fixas a qual foi intitulada pelos estudantes de reciclomoto.

Figura 9. Etapas da construção da reciclomoto.

Os resultados mostram que nenhum dos desafios ficou por resolver, apesar do grau de complexidade de alguns deles. Os vários brinquedos construídos revelaram o domínio diferentes tipos de competências, quer procedimentais, quer cognitivas relacionadas com o conhecimento científico, quer atitudinais. Em termos metodológicos as sessões práticas apoiada em práticas investigativas (Figueiroa, 2012) apresentou-se como muito adequada, pois foi visível através da consulta dos vídeos os momentos de concentração dos estudantes na resolução dos problemas que se apresentavam. Das entrevistas não estruturadas em que os estudantes foram questionados acerca dos seus níveis de satisfação face a esta metodologia todos se mostraram muito agradados tendo alguns referido que gostavam deste tipo de aulas e que gostavam de ser desafiados.

CONCLUSÕES

Retomando a questão de investigação "Como as atividades práticas investigativas, envolvendo brinquedos, podem promover competências nos futuros educadores e professores na abordagem das ciências físicas?" os resultados deste estudo apontam para que quando devidamente desafiados os estudantes conseguem responder positivamente a todos os desafios que lhe são colocados dado que nenhum dos desafios ficou por resolver, apesar do grau de complexidade de alguns deles. A competência dos estudantes perante os desafios foi de resolução imediata do problema, tentando encontrar soluções para o ultrapassar, nunca se tendo verificado, por parte de nenhum grupo a desistência na consecução de nenhum dos desafios. As atividades práticas do tipo investigativo mostraram-se muito do agrado dos estudantes demonstrando algum prazer em abraçar desafios mais complexos e em terminar os desafios em primeiro lugar. Embora não fosse objetivo do estudo verificou-se alguma competição saudável entre os grupos e mesmos entre os estudantes de edições anteriores que, por vezes, iam às aulas para verem o que os colegas estavam a construir.

No que concerne aos brinquedos por eles criados todos os oito brinquedos se mostraram possíveis de serem construídos com crianças dos 3 aos 12 anos indo ao encontro do que afirmam Kishimoto e Ono (2008) quando referem que quando devidamente desafiados crianças e adultos podem através da brincadeira aprender conceitos que se apresentam complexos para ambos.

As conclusões deste estudo apontam para o emergir de diferentes competências, por parte dos estudantes, que ao construíram os brinquedos se posicionaram no papel de crianças resolvendo e ultrapassando todos os obstáculos, envolvendo-se em atividades práticas investigativas que aplicou, nos mesmos brinquedos, diferentes conceitos de ciências. Esta opção foi visível em todos os brinquedos construídos, salientando-se as competências altitudinais e procedimentais. A opção por materiais reciclados foi também uma opção patente em todos os brinquedos construídos. Nenhum dos brinquedos obrigou à aquisição de materiais que não existisse na instituição não acarretando despesas por parte dos estudantes. Estes resultados vão ao encontro do que defendem Davies e McGregor (2017) e Peixoto (2018a) quando afirmam que se deve estimular adultos e crianças para aprenderem com as brincadeiras proporcionando-lhes práticas desafiadoras e envolventes. As conclusões do estudo apontam também par ao facto de os

estudantes, apesar de não estarem habituados a atividades práticas do tipo investigativo, mas recorrendo a essas práticas, abraçam-nas com agrado, mostrando-se sempre capazes de resolver os diferentes desafios que se lhes apresentam.

REFERÊNCIAS

Aston, T. (2017). *Expermentamos com la ciência: 100 experimentos interessantes y prácticos sobre la vida diár*ia. Madrid: Narcea Ediciones.

Cañal, P. (2011). Presentación de la monografia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales, 68*, 5-7. 167.

Coutinho, C.P. (2015). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática*. Coimbra: Edições Almedina.

Davies, D., & McGregor, D. (2017). *Teaching science creatively* (2 ed.). London: Routledge Taylor & Francis Group.

Figueiroa, A. (2012). *Trabalho experimental em contexto de prática de ensino supervisionada*. Aveiro: Universidade de Aveiro Departamento de Educação.

Hussey, W. (2017). *Pensamiento Creativo: actividades estimulantes, !increíbles!, para niños de 6 a 12 anos.* Madrid: Narcea Ediciones.

Kishimoto, T.M. (2008). *Jogo, brinquedo, brincadeira e educação*. São Paulo: Cortez.

Kishimoto, T.M. (2010). *Brinquedos e brincadeiras na educação infantil*. In *Anais do I Seminário nacional: Currículo em movimento – Perspectivas Atuais* (pp. 1-20). Belo Horizonte.

Kishimoto, T., & Ono, A. (2008). Brinquedo, gênero e educação na brinquedoteca. *Pro-Posições, 19(*3), 57.

Peixoto, A. (2008). *A criança e o conhecimento do mundo: Atividades laboratoriais em ciências físicas*. Penafiel: Editorial Novembro.

Peixoto, A. (2017). *Toys with science. Paper presented at the European Teacher Education Network* (ETEN) Conference 2017. Sweden: Faculty of Education at University of Gothenburg.

Peixoto, A. (2018a). Brinquedos com ciências na formação de professores e educadores. In C.M. Losada, & S.G. Barros (Coords.), *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el Cambio Educativo* (pp. 439-444). Coruña: Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións. doi:spudc.9788497496896

Peixoto, A. (2018b). As ciências e os brinquedos na educação pré-escolar. In G. Carvalho, G., M. Parente, T. Vilaça, M. Vieira, T. Sarmento, & F. Ferreira (Eds.), *2018 Edulog Internacional Conference Early Chidhood Education: what science has to teach us* (pp. 5-6). Instituto de Educação Universidade do Minho.

Silva, I.L., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE).

Vega, S. (2006). *Ciencia 0-3: Laboratórios de ciências em la escuela infantil*. Barcelona: Coleção Biblioteca Infantil GRAÓ.

Wickert, J. (2011). *Albert Einstein*. Barcelona: Coleção A minha vida deu um livro.

06. Desenvolvimento profissional em Educação em Ciências

| Desarrollo profesional en Educación en Ciencias | Professional Development in Science Education

EVOLUCIÓN DE LAS CONCEPCIONES DE FUTUROS MAESTROS SOBRE LAS ACCIONES REQUERIDAS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN UN CONTEXTO SOCIOCIENTÍFICO

Carolina Martín-Gámez[1], Alicia Fernández-Oliveras[2], Naira Díaz-Moreno[3], Beatriz Crujeiras-Pérez[4]

[1]Universidad de Málaga (ESPAÑA)
[2]Universidad de Granada (ESPAÑA)
[3]Universidad de Almería (ESPAÑA)
[4]Universidad de Santiago de Compostela (ESPAÑA)
cmarting@uma.es

Resumen

En este trabajo se analiza la evolución en las concepciones de un grupo de futuros maestros y maestras sobre las acciones requeridas para la toma de decisiones cuando participan en una propuesta formativa centrada en una controversia sociocientífica, en concreto, sobre energía nuclear. Los participantes fueron 60 docentes en formación inicial que estudiaban en tres universidades españolas. Para conocer la evolución en sus concepciones se diseñó un cuestionario de preguntas abiertas que se utilizó tanto antes como después de la implementación de la propuesta formativa. El análisis cualitativo del contenido permitió determinar que se partía de una situación en la que, en general, el futuro profesorado presentaba muchas dificultades a la hora de identificar las acciones clave para tomar una decisión fundamentada. En concreto, se detectó como el investigar las posibles soluciones o el evaluar estas antes de llevarlas a cabo, eran acciones muy poco consideradas por los participantes. También, se identificó como inicialmente tampoco tenían en cuenta la necesidad de exponer las posibilidades a los grupos implicados intentando buscar el consenso entre las partes. La propuesta de la mayoría de los participantes pasaba por imponer sus decisiones con medidas sancionadoras en muchos de los casos. Además, la mayoría tampoco consideraba importante realizar un posterior seguimiento y análisis de la implementación de la decisión adoptada. La propuesta formativa se llevó a cabo en 3 sesiones de tres horas de duración cada una y en el que se desarrollaron un total de seis actividades que realizaron en pequeños grupos de 4-5 integrantes. Se combinaron actividades de ideas previas usando viñetas, actividades de desarrollo basadas en lecturas, debates de artículos y juegos de rol, y actividades finales para la construcción de un mapa de la controversia. Su implementación permitió una evolución favorable en los participantes en relación a sus concepciones, tanto en cuanto al número de acciones claves consideras para la toma de decisiones, como en la variedad de las mismas. Además, también se detectó un cambio muy positivo en cuanto a la consideración en la búsqueda del consenso de las partes implicadas ante una toma de decisiones, reduciendo considerablemente las medidas de carácter impositivo y sancionador. Sin embargo, acciones como la evaluación y el análisis de la puesta en práctica de la decisión adoptada no tuvieron la consideración esperada tras la propuesta. A raíz de los resultados del estudio se proponen, por tanto, mejoras para ayudar en este sentido.

Palabras clave: Energía nuclear; Controversia sociocientífica; Profesorado de ciencias en formación inicial; Toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la enseñanza de la ciencia se enmarca en un contexto educativo en el que uno de sus objetivos es la alfabetización científica de los estudiantes para que participen y piensen de forma crítica (Grecsh, Hasselhorn y Bögeholz, 2013). Es decir, se busca la formación de futuros ciudadanos que, entre otras cosas, deben ser capaces de tomar decisiones ante muchas cuestiones cotidianas que requieren conocimientos científicos, evaluando las ventajas y los inconvenientes de las distintas opciones (Acar, Turkmen y Roychoudhury, 2009; Zeidler, Sadler, Simmons, y Howes, 2005). La toma de decisiones hace que los ciudadanos adopten un rol más efectivo y sean conscientes de la proyección social que tienen sus elecciones (Ratcliffe y Grace, 2003). Aunque para tomar decisiones de manera argumentada se requiere del desarrollo de una serie de destrezas durante la etapa educativa, como son: la elaboración de argumentos basados

en pruebas (Kifshe, 2012); la evaluación crítica de dichos argumentos (Kolstø et al., 2006); la identificación del conocimiento científico implicado (Bingle y Gaskell, 1994); entre otros.

Sin embargo, diversos estudios muestran como los estudiantes presentan ciertas dificultades en el desarrollo de dichas destrezas. En concreto, los trabajos ponen de manifiesto como los estudiantes tienen problemas para: elaborar argumentos con conexión causal que incorpore una explicación científica (Jin, Mehl y Lan, 2015); evaluar la información (Jiménez-Aleixandre y Pereiro, 2002) y los argumentos de otros; y analizar los criterios necesarios para tomar decisiones fundamentadas (Kolstø et al., 2006).

Por ello, el papel del profesorado en este sentido es crucial, ya que debe primero manejar las acciones necesarias para la toma de decisiones fundamentada, para después poder diseñar estrategias didácticas que permitan el aprendizaje de las mismas por su alumnado (Díaz-Moreno, Crujeiras-Pérez, Martín-Gámez y Fernández-Oliveras, 2018). Para ello, hay que actuar desde los programas formativos del profesorado en este sentido, planteando una formación "explícita y reflexiva" (García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2011, p.409), en los que se ponga énfasis en el desarrollo de destrezas (Kruea-Ina, Kruea-In y Fakcharoenphol, 2015).

Por otro lado, las nociones sobre energía son cada vez más relevantes en la sociedad en la que nos desenvolvemos, pero desde la enseñanza se siguen abordando mayoritariamente desde una perspectiva conceptual. En la línea del movimiento CTSA (ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente) podemos utilizar las controversias sociocientíficas (CSC), definidas como asuntos sociales controvertidos con vínculos a la ciencia, complejos, abiertos y sin soluciones directas (Sadler, Barab y Scott, 2007). Es la energía, por tanto, un ámbito que se presta a trabajar como CSC generando por tanto un contexto idóneo para desarrollar conocimiento no solo sobre aspectos relacionados con la energía, sino también las destrezas propias del proceso de toma de decisiones

Por ello, en este trabajo se analiza la evolución en las concepciones de un grupo de futuros maestros y maestras sobre las acciones requeridas para la toma de decisiones cuando participan en una propuesta formativa centrada en una controversia socio-científica, en concreto, sobre energía nuclear.

METODOLOGÍA

Los participantes fueron 60 docentes en formación inicial que estudiaban en tres universidades españolas, 20 de ellos el 2º curso del Grado en Educación Primaria (Universidad 1 (UNIV1)), otros 20 cursaban 3º de este mismo Grado (Universidad 2 (UNIV2)) y el resto estaban en 4º curso del Grado en Educación Infantil (Universidad 3 (UNIV3)). Todos ellos disponían de un conocimiento científico sobre la energía nuclear muy bajo, como pudo quedar de manifiesto cuando mostraron sus ideas previas en la primera actividad de la propuesta.

Para conocer la evolución en las concepciones de los participantes se les planteó una pregunta abierta al final de un cuestionario, de elaboración propia, que indagaba sobre las concepciones de los participantes en cuanto a las acciones requeridas para la toma de decisiones (Figura 1).

Imagina que eres un personaje similar a Hommer Simpson y trabajas en una central nuclear como responsable de la gestión de residuos. Un día recibes la llamada del director de uno de los cementerios nucleares en los que la central almacena los residuos avisando de que los trabajadores encargados de depositarlos no lo hacen en las condiciones acordadas, por lo que si no cambian su forma de proceder el cementerio dejará de almacenar vuestros residuos. a) ¿Qué acciones necesitarías poner en juego para tomar una decisión al respecto y que permita resolver el conflicto? Elabora un listado.

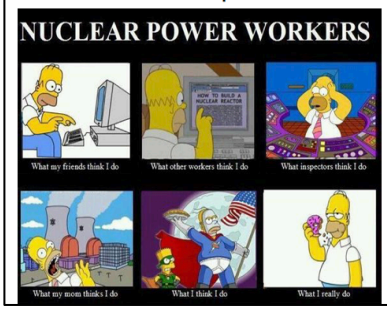


Figura 1. Pregunta abierta del cuestionario que indaga sobre sus concepciones en cuanto a las acciones requeridas para la toma de decisiones.

Dicho cuestionario se utilizó tanto antes como después de la implementación de la propuesta formativa que se realizó en una asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales de los correspondientes grados, en el segundo semestre del curso académico 2016-2017. El análisis cualitativo de las respuestas a la pregunta final del cuestionario estuvo centrado en la clasificación del contenido (Schreirer, 2012) a través de un marco de codificación definido por las autoras en un estudio preliminar (Díaz-Moreno, Crujeiras-Pérez, Martín-Gámez y Fernández-Oliveras, 2018) y basado en la propuesta de Chung y Grace (2012). Las categorías consideradas junto con su descripción se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías del marco de análisis.

Operación	Descripción
1. Identificar las causas del conflicto	Observar, tomar datos, hacer entrevistas
2. Investigar posibles soluciones	Encontrar información, reunirse con personas expertas y con colectivos involucrados
3. Exponer soluciones al conflicto	Mostrar ventajas y desventajas, elaborar argumentos basados en datos
4. Evaluar las posibles soluciones	Analizar la información recabada, comparar ventajas y desventajas
5. Tomar una decisión de solución consensuada	Elaborar argumentos informados, sacar conclusiones, buscar el consenso entre los colectivos involucrados
6. Examinar la eficacia de la solución tomada	Observar, tomar datos, analizar la información obtenida, sacar conclusiones

La propuesta formativa llevada a cabo se realizó en cinco sesiones de trabajo de entre 90 y 120 minutos de duración cada una y en las que se trabajó en pequeños grupos de cuatro a cinco miembros. Lo realizado en cada sesión se resume en la Figura 2.

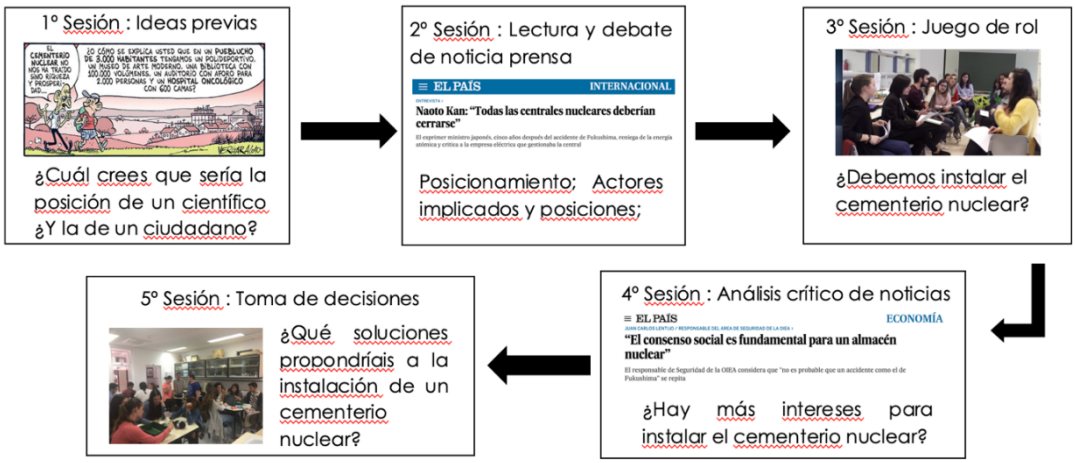


Figura 2. Sesiones de trabajo de la propuesta formativa.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran ejemplos de respuestas categorizadas dentro de cada una de las operaciones incluidas en el marco de análisis considerado.

Tabla 2. Ejemplos de respuestas para cada categoría del marco de análisis.

Operación	Ejemplo de respuesta
1. Identificar las causas del conflicto	"Comunicar y hablar con mis empleados, saber el motivo del por qué no están realizando su trabajo correctamente"
2. Investigar posibles soluciones	"Plantear posibles soluciones a los problemas. Comprobar que dichas soluciones son viables"
3. Exponer soluciones al conflicto	"Reunir urgentemente a todos los trabajadores para informarles acerca de las medidas oportunas que se llevaran a cabo"
4. Evaluar las posibles soluciones	"Una vez recogida toda la información, pasaríamos a organizarla, a través de un mapa conceptual, que finalmente miraríamos y a tendiendo a los pros y contras llevaríamos a cabo la formulación de una posible solución."
5. Tomar una decisión de solución consensuada	"Consensuar las alternativas y la decisión con el comité responsable de dicho apartado."
6. Examinar la eficacia de la solución tomada	"Contratar a una persona que se dedique a supervisar el correcto almacenamiento de residuos nucleares. Vigilar y contactar con el director a menudo para ver cómo están funcionando las nuevas medidas."

En general, es posible afirmar que se partía de una situación en la que el futuro profesorado presentaba muchas dificultades a la hora de identificar las acciones clave para tomar una decisión fundamentada. Además, las operaciones que inicialmente identificaba cada participante eran poco variadas. En la figura 3 se recogen las frecuencias totales asociadas a cada una de las operaciones del marco de análisis, obtenidas mediante el análisis de las respuestas de los participantes antes (pre-test) y después (pos-test) de la implementación de la propuesta de formación del profesorado.

En concreto, como se observa en los datos de la figura 3, se detectó que evaluar posibles soluciones estas antes de llevarlas a cabo (operación 4) era una acción muy poco considerada por los participantes. También, se identificó cómo inicialmente tampoco se tenía en cuenta la necesidad de exponer las posibilidades a los grupos implicados (operación 3), intentando buscar el consenso entre las partes (operación 5). La propuesta de la mayoría de los participantes pasaba por imponer sus decisiones con medidas sancionadoras en muchos de los casos. Además, la mayoría tampoco consideraba importante realizar un posterior seguimiento y análisis de la implementación de la decisión adoptada (operación 6), limitándose prácticamente a identificar las causas del conflicto (operación 1).

Tras la propuesta formativa se observa que aumenta número de operaciones claves consideras para la toma de decisiones y la variedad de las mismas (Figura 3). Las operaciones en las que se aprecia más evolución son la de investigar posibles soluciones (operación 2) y la de buscar el consenso a la hora de tomar una decisión (operación 6). Sin embargo, no se obtiene la evolución esperada en las operaciones relacionadas con exponer las soluciones al conflicto (operación 3) y con examinar la solución una vez realizada su implementación (operación 6).

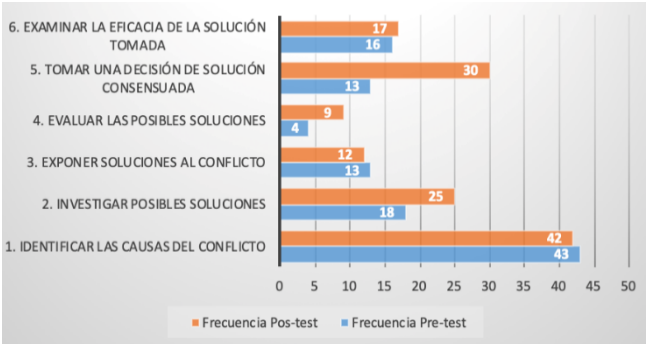


Figura 3. Frecuencias totales de las concepciones sobre acciones requeridas para la toma de decisiones antes y después de la implementación de la propuesta (N = 60).

En las figuras 4 a 6 se desglosan los resultados por universidades, mostrando las frecuencias asociadas a cada operación del marco, obtenidas mediante el análisis de las respuestas de los participantes de cada universidad, antes y después de la implementación de la propuesta formativa.

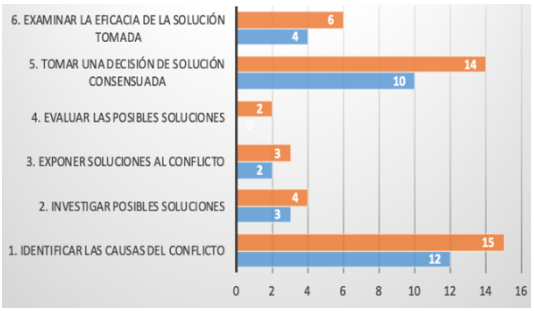


Figura 4. Frecuencias de los participantes de la UNIV1 de las concepciones sobre acciones requeridas para la toma de decisiones antes (barras superiores en naranja) y después de la implementación de la propuesta (N = 20).

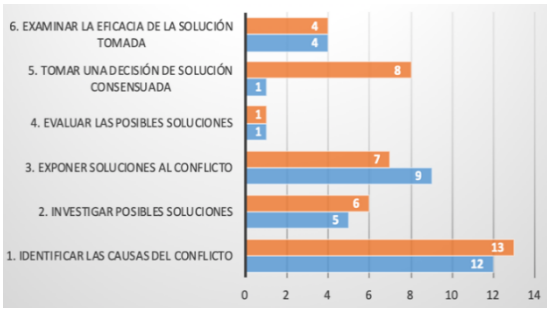


Figura 5. Frecuencias de los participantes de la UNIV2 de las concepciones sobre acciones requeridas para la toma de decisiones antes (barras superiores en naranja) y después de la implementación de la propuesta (N = 20).

Si observamos los resultados considerando los tres contextos por separado podemos ver que, antes de la propuesta (pre-test), todas las operaciones del marco eran identificadas por al menos uno de los participantes de cada universidad, excepto en la UNIV1, donde los participantes no aluden en ningún caso a la operación de evaluar las posibles soluciones (operación 4). Tras la propuesta (pos-test), los participantes de los tres contextos aluden en mayor o menor medida a todas las operaciones consideradas. También se observa una evolución positiva en la mayoría de las operaciones en los tres contextos, siendo la más acusada la de la búsqueda del consenso de las partes implicadas ante una toma de decisiones (operación 5), reduciendo en sus respuestas en un alto grado las medidas de carácter impositivo y sancionador.

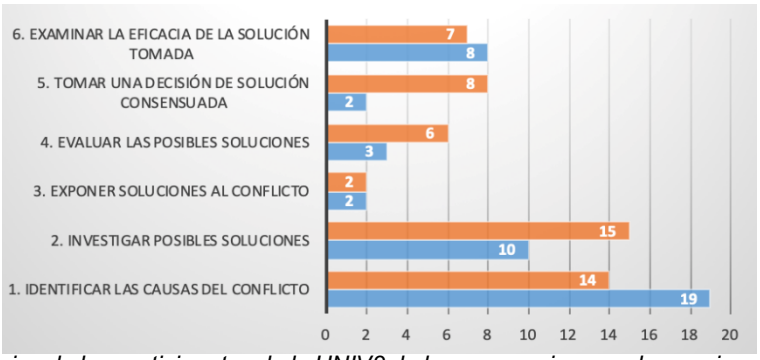


Figura 6. Frecuencias de los participantes de la UNIV3 de las concepciones sobre acciones requeridas para la toma de decisiones antes (barras superiores en naranja) y después de la implementación de la propuesta (N = 20).

Dicha evolución positiva general presenta excepciones en la UNIV2, en la operación 3, y en la UNIV3, en las operaciones 6 y 1. En los dos primeros casos, los descensos en las frecuencias asociadas son de un máximo de dos participantes. En el último caso, el descenso es más acusado y puede deberse a que la identificación de las causas del conflicto, que era la operación más destacada inicialmente por los participantes, pierde relevancia para estos y se equipara con otras operaciones, como la investigación de posibles soluciones.

CONCLUSIONES

Se presenta cómo la implementación de una propuesta de formación del profesorado permitió, con carácter general, mejorar el conocimiento de las operaciones clave a realizar para adoptar una decisión fundamentada. Los datos ponen de manifiesto una evolución favorable en los participantes en relación a sus concepciones, tanto en cuanto al número de acciones claves consideras para la toma de decisiones, como en la variedad de las mismas. Se partía de una situación donde la mayoría de los docentes en formación se centraba en abordar la solución al problema identificando sus causas pero sin recoger información relevante, y sin buscar la opinión ni el consenso de las partes implicadas. Sin embargo, se aprecia un cambio muy positivo en cuanto a la consideración en la búsqueda del consenso de las partes implicadas ante una toma de decisiones, reduciendo considerablemente las medidas de carácter impositivo y sancionador.

Aun así, es necesario reconocer que acciones como la exposición, evaluación y el análisis de la puesta en práctica de la decisión adoptada no tuvieron la consideración esperada tras la propuesta. Tampoco la tuvo la exposición de las posibles soluciones previa a la decisión. Por tanto, se detectan ciertas dificultades en este sentido que hacen necesario un re-diseño de la propuesta incidiendo en poner en juego estas operaciones para minimizar las carencias de conocimiento en el profesorado en formación, buscando capacitarlo para la implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan una toma de decisiones fundamentada en sus futuros estudiantes.

Es preciso incidir en la necesidad de que desde los programas de formación del profesorado en ciencias se promueva el uso de las operaciones involucradas en la toma de decisiones. Asimismo, es imperativo que el futuro profesorado sea capaz de identificar cuáles son esas operaciones, como paso previo a su capacitación para trabajarlas con su futuro alumnado. En este sentido, como se manifiesta en el presente trabajo, es de gran interés la realización de preguntas abiertas, previa y posteriormente al desarrollo de las actividades incluidas dentro los programas formativos, a fin de incorporar la reflexión sobre el sentido de tales actividades y estimular la metacognición en el futuro profesorado. Como trabajo futuro, se proyecta completar el análisis de las operaciones realizado, estudiando las destrezas asociadas a la toma de decisiones que identifican los docentes en formación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto “Análisis didáctico de unidades de enseñanza y aprendizaje en libros de texto de matemáticas y ciencias desde una perspectiva de género.” (PGC2018-094114-A-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en la convocatoria de 2018, así como del proyecto “Influencia del conocimiento epistémico en el desarrollo de las prácticas científicas” financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades-Agencia Estatal de Investigación/Proyecto EDU2017-82915R y de los proyectos PPJI2018-06 y PID18-363 financiados por la Universidad de Granada.

REFERENCIAS

Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2009). Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines. International *Journal of Science Education, 32*(9), 1191-1206. doi:10.1080/09500690902991805

Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education, 78*(2), 185–201. doi:10.1002/sce.3730780206

Chung, Y., & Grace, M. (2012). Students' reasoning and desicion making a socioscientific issue: a cross-context comparison. *Science Education, 96*(5), 787-807.

Díaz-Moreno, N., Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gámez, C. & Fernández-Oliveras, A. (2018). Operaciones y destrezas implicadas en la toma de decisiones sobre una problemática energética, identificadas por maestros en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15*(2), 2601. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2601.

García-Carmona, A., Vázquez, A. & Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias, 28*, 403-412. doi:10.5565/rev/ec/v29n3.443.

Gresch, H., Hasselhorn, M. & Bögelholz, S. (2013) Training in Decision-making Strategies: An approach to enhance students' competence to deal with socio-scientific issues. *International Journal of Science Education, 35*(15), 2587-2607.

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Pereiro, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. International Journal of *Science Education, 24*(11), 1171-1190. doi:10.1080/09500690210134857

Jin, H., Mehl, C. E. & Lan, D. H. (2015). Developing an analytical framework for argumentation on energy consumption issues. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(8), 1132-1162. doi:10.1002/tea.21237

Kifshe, R. (2012) Nature of Science and Decision Making. *International Journal of Science Education, 34*(1), 67-100.

Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tonning, V., & Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education, 90*, 632-655. doi:10.1002/sce.20133

Kruea-Ina, C., Kruea-In, N., & Fakcharoenphol, W. (2015). A Study of Thai In-Service and Pre-Service Science Teachers' Understanding of Science Process Skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 197*, 993-997. doi:10.1016/j.sbspro.2015.07.291

Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Philadelphia, PA: Open University Press.

Sadler, T. D., Barab, S. A. & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education, 37*(4), 371-391. doi:10.1007/s11165-006-9030-9

Schreirer, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Londres: Sage.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research based framework for socioscientific issues education. *Science Education, 89*(3), 357–377. doi:10.1002/sce.20048.

APROXIMAÇÃO DO CLUBE DE CIÊNCIAS AO ESPAÇO ESCOLAR DE FORMAÇÃO DOCENTE

Freud Romão[1], Fátima Paixão[2]

[1]Universidade da Beira Interior (PORTUGAL), Universidade Federal do Tocantins (BRASIL)
[2]Instituto Politécnico de Castelo Branco; Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro (PORTUGAL)
freudromao@gmail.com

Resumo

Este artigo é um recorte de resultados de uma investigação teórica e analítica em desenvolvimento, na qual abordamos o problema da falta de um aporte teórico específico para fundamentar a formação de professores no contexto do Espaço Escolar de Formação Docente (EEFD), que leve em conta suas características, objetivos e potencialidades. O conceito de EEFD foi proposto por Romão e Paixão (2019a) para designar os espaços criados em escolas no Brasil pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), com o objetivo de melhorar a formação do professor em articulação com a melhoria da aprendizagem dos alunos. Para isso, adota como estratégia aproximar a universidade [instituição formadora] da escola [local de trabalho] (Brasil, 2013). Na etapa inicial da investigação analisamos o funcionamento do EEFD, identificamos as suas características e propomos o conceito. Na etapa atual, estamos realizando uma análise comparativa entre o EEFD e outros espaços existentes nas escolas, nos quais seja possível articular a formação inicial de professores com a melhoria da aprendizagem dos alunos. Para esta análise nos valemos da nossa experiência com Clubes de Ciências e de publicações voltados ao tema. Partindo dos trabalhos de Mancuso, Lima e Bandeira (1996), Silva et al (2008), Santos e Santos (2008), Longhi e Schroeder (2012), Prá (2014), Adriano e Schroeder (2015). Buscamos identificar e explicitar as características dos Clubes de Ciência que apresentem relação com o nosso conceito de EEFD. Segundo os autores mencionados, os Clubes de Ciências existem em várias escolas no Brasil e foram adotados desde os finais dos anos 50, tendo contribuído não só com o ensino, mas também com a formação de professores de ciências, sendo utilizados como campo de investigação, experimentação didático-pedagógica e divulgação científica. Logo, apresentam características semelhantes aos EEFD, e, sobretudo, apresentam potencialidades, uma vez que ambos possibilitam inserir o estudante da universidade [futuro professor] na realidade escolar e na atividade de ensino. E, desse modo é possível realizar uma formação de professores que supere o problema das dicotomias apontadas por Gatti (2014) como responsáveis pela fragmentação do trabalho docente.

Palavras-chave: Espaço Escolar de Formação Docente; Clube de Ciências; Trabalho Docente.

INTRODUÇÃO

Partindo de uma breve contextualização histórica, apresentaremos a dicotomia entre teoria e prática como um problema recorrente na formação dos professores e o surgimento do PIBID como um programa que busca superar este problema de formação docente em articulação com a melhoria da aprendizagem dos alunos. De maneira que, por meio da estratégia de aproximar a escola e a universidade, também se criou um espaço de ações de ensino e formação. E foi analisando o desenvolvimento destes espaços que propusemos o conceito de Espaço Escolar de Formação Docente (EEFD).

CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

A formação de professores em nível superior no Brasil inicia-se no final dos anos 30 com a formação de bacharéis. Após o curso de 03 anos de Bacharelado, acrescentava-se mais um ano de *Disciplinas Pedagógicas* para formar o docente. Este modelo ficou conhecido como 3+1, sendo alterado somente pela publicação da Lei de Bases 9394/96 (LDB), e, posteriormente, com as diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores promulgadas em 2002 (Gatti, 2010, p. 1357). Contudo, a influência deste modelo, que separa o conhecimento das

Ciências específicas dos conhecimentos das Ciências Pedagógicas, ainda persiste em muitos Cursos de Formação de Professores, memso após terem passado a Licencituras. Nesse sentido, Gatti (2014) comenta: “A questão importante, no entanto, é que se oferece nesses cursos apenas um verniz superficial de formação pedagógica e de seus fundamentos que não pode ser considerado como realmente uma formação de profissionais para atuar em escolas na contemporaneidade.” (Gatti, 2014, p. 39).

A esta superficialidade da formação pedagógica alguns autores se referem como sendo um *ranço bacharelesco*, que, em maior ou menor grau, ainda está presente nos cursos de formação de professores. Além deste problema da falta de integração entre os conhecimentos específicos e os conhecimentos pedagógicos, há o problema recorrente da dicotomia entre teoria e prática, apontado por diversos estudos (Carvalho & Martins, 2017; Barreto, 2015; Rapoport, 2007).

Rodrigues (2016) fez uma investigação acerca das contribuições do PIBID para a formação do professor de matemática, verificou também a existência deste problema da dicotomia, e fez um chamamento dos formadores de professores para a superação do problema: “O processo de formação de professores exige de cada um de nós, professores formadores, o enfrentamento da dicotomia entre teoria e prática, consolidada historicamente nos cursos de Licenciatura no Brasil. (idem, p. 52)”.

Contudo, a dicotomia entre teoria e prática não deve ser encarada de forma simplista, pois não se trata simplesmente da falta de uma parte prática nos cursos de formação, ou de uma melhor articulação entre os componentes curriculares, específicos e pedagógicos, porque sabemos que há os Estágios Curriculares Obrigatórios, que tentam fazer esta articulação. Porém, nestes estágios há problemas, que se arrastam por décadas e que parecem difíceis de serem superados (Vagula, Simm & Silva,2015, p. 123). Mas, os estágios não são o nosso foco. A seguir, abordaremos, a partir do nosso referencial teórico, de forma sucinta, a dicotomia entre teoria e prática.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

O artigo deve contar a descrição do estudo e deverá estar estruturado em diferentes secções, nomeadamente: Resumo, Introdução, Contextualização Teórica, Implicações para o Ensino das Ciências, Conclusões, Agradecimentos (se aplicável) e Referências. Por favor, note que o título e a lista de autores deverão ser coincidente com a do resumo anteriormente aceite. Temos identificado, em nossa análise, que o professor tem se distanciado cada vez mais da perspectiva de um trabalhador intelectual. Sobretudo, porque se verifica que as teorias pedagógicas, responsáveis por fundamentar o ensino, são colocadas nos planejamentos apenas como um adereço. E estas não são mobilizadas para resolver os problemas do ensino. Martins (2010, p. 22) destaca que “[a]s dimensões técnicas da prática de ensino passam a ocupar um lugar central, em detrimento de seus próprios fundamentos. Privilegia-se a *forma* mutilada de *conteúdo*!”. Para a autora, a prática e a teoria são um par dialético, e se nutrem mutuamente. Consideramos que o estatuto profissional do professor não pode prescindir deste entendimento. Sobretudo para não reduzir a profissionalidade docente ao nível de ofício ou ocupação, que pode ser exercida por qualquer pessoa que tenha proficiência em determinado campo do conhecimento. Essa concepção contribui com o senso comum, sempre difícil de ultrapassar, de que basta conhecer algo para se estar habilitado a ensiná-lo. Isto abre espaço para aventuras arriscadas.

Na busca por estratégias formativas, que contribuam com a melhoria na formação do professor, a escola como local de formação passa a ganhar destaque. Martins (2010) alerta que a linha separadora da escola como *locus* de formação da escola como *locus* de exercício profissional está se diluindo. A autora afirma que isto ocorre sob o argumento da necessidade de superação da dicotomia entre teoria e prática, que resulta em uma desvalorização dos fundamentos do ensino. E dá demasiada ênfase às técnicas. Como consequência, teríamos uma articulação entre teoria e prática esvaziada dos fundamentos científicos que embasam o ensino: “Uma articulação, porém, centrada na resolução de problemas práticos imediatos e o manejo das situações concretas do cotidiano escolar, enfim, que privilegia a *forma* em detrimento do *conteúdo*, deixando implícita a falaciosa frase: “na prática a teoria é outra!” (Martins, 2010, p. 22-23).

O problema da separação entre a teoria e a prática possui uma raiz histórica, bem anterior à formação de professores. Tem suas origens na separação entre o pensamento [o teórico, o abstrato] e a atividade prática [que nesta concepção não exigiria nenhum grau de abstração]. Tal

separação teria raiz na divisão do trabalho, ou seja, bem mais longe na linha do tempo. Segundo Leontiev (1978):

> Esta separación entre el pensamiento y la actividad práctica trascurre históricamente, empero, no por sí sola, no sólo en virtud de la propia lógica del desarrollo, sino que resulta de la división del trabajo, que lleva a que la actividad mental y la actividad práctica material recaigan sobre distintos hombres. (Leontiev, 1978, p. 35)

Para o autor, é na divisão social do trabalho que encontramos a origem desta separação. Portanto, para nós, a superação da dicotomia entre teoria e prática passa pela fundamentação da formação do professor a partir de conceitos científicos, nos quais esta separação seja epistemologicamente superada. Este é o objetivo da investigação que estamos desenvolvendo, que trata de identificar e explicitar os conceitos da Teoria Histórico Cultural (THC) que se articulam com as características da formação do professor no contexto do EEFD, buscando propor um quadro teórico para fundamentar a formação do professor nestes espaços.

A THC de Vigotski e colaboradores desdobra-se em várias outras teorias, de entre as quais a Teoria da Atividade de Leontiev (1978) como uma teoria psicológica com importantes contribuições para a educação. A nossa opção pela THC e as teorias dela decorrentes, se justifica pelo fato deste construto teórico entender a teoria e a prática como duas faces inseparáveis do conhecimento, porque suas bases epistemológicas encontram-se no materialismo histórico dialético, no qual esta e outras dicotomias são dialeticamente superadas (Carvalho & Martins, 2017). Estes autores fizeram um estudo acerca da formação de professores e concluíram ser urgentes proposições para superar o problema da dicotomia entre teoria e prática. E apresentaram [ainda que inicialmente] contribuições da THC e da pedagogia histórico-crítica de Saviani (2011) para esta empreitada: “Portanto, urge proposições para formação de professores que superem tal dicotomia. [...] apresentar as contribuições da pedagogia histórico-crítica e da psicologia histórico-cultural para formação de professores, compreendendo-a numa perspectiva materialista, histórica e dialética.” (Carvalho & Martins, 2017, p. 173). A pedagogia histórico-crítica foi denominada, inicialmente, de pedagogia dialética, e considera que a função da escola é socializar o conhecimento científico historicamente produzido pela humanidade (Saviani, 2011).

Sendo assim, fundamentar a formação de professores a partir da perspectiva do materialismo histórico-dialético possibilita romper a dicotomia entre teoria e prática. Este método de conhecimento e de explicitação do real busca compreender os objetos e fenômenos do mundo a partir do seu movimento de transformação por meio da apreensão das relações e das determinações particulares e gerais que o identificam como tal. Esta é uma das razões pela qual buscamos investigar, nos aportes da THC, os conceitos que possibilitem fundamentar apropriadamente a formação de professores no contexto do EEFD.

Como tarefa inicial da nossa investigação, buscamos identificar e explicitar as características do EEFD e conceituá-lo. Para tanto adotamos o método histórico dialético como método de conhecimento: Wachowicz (2001), Lefebvre (1991), Carvalho (2008), e a pesquisa bibliográfica como técnica de investigação: Salvador (1986), Lima e Mioto (2007), Gil (2008). Nessa primeira etapa da investigação, analisamos o funcionamento de 03 EEFD, que estiveram, por dois anos, sob nossa coordenação. Tomamos como síncrese ou ponto de partida as anotações realizadas durante o período dessa nossa vivência. Também usamos os relatórios e demais publicações das equipes, além de trabalhos que abordam a temática, com destaque para a tese de Rodrigues (2016). Como resultado desta análise inicial e dando sequência no movimento dialético do conhecimento e passando para a síntese, concluímos que:

> Partindo deste movimento de aproximação apresentamos o que vem a ser uma conceituação provisória de EEFD: como sendo o lugar da escola criado a partir do PIBID, com o objetivo de articular a melhoria da formação dos professores com a melhoria da aprendizagem dos alunos, por meio da atividade de ensino, possui como características básicas: participação voluntária, horário diferenciado, currículo aberto, oportunidade de investigar, autogestão e trabalho coletivo. (Romão & Paixão, 2019, p. 147)

Este conceito representa a síntese ou, como diz Lefebvre (1991), a superação do entendimento inicial. Em um segundo movimento da espiral dialética, tomamos como síncrese as características e o conceito de EEFD e, realizando a análise — na busca infinita de aproximação à essência do objeto/fenômeno estudado —, identificamos e explicitamos o trabalho docente em uma perspectiva multidimensional como categoria central na constituição e no desenvolvimento do EEFD e do seu contexto(Romão e Paixão, 2019b) [no Prelo]. Contudo, este desdobramento

não será abordado neste artigo em função de que, nesta altura da investigação, estamos buscando identificar outros espaços do contexto escolar, que apresentam características e potencialidades semelhantes ao EEFD.

Para a tarefa de buscar, no contexto da escola, espaços que se assemelhem ao EEFD, e, com eles, aprofundamos a caraterização deste, levamos em conta a vivência do primeiro autor deste texto como: (i) aluno-sócio e presidente de Clube de Ciências, (ii) estagiário do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Paraíba (CECIM-PB) e (iii) como formador de professores da Universidade Federal do Tocantins – UFT, no Brasil, por meio de ações de orientação de trabalhos de conclusão de curso e projetos de extensão universitária com a mesma temática. Partindo destas experiências em Clube de Ciências e com apoio em literatura voltada para o tema (Mancuso, Lima & Bandeira, 1996; Silva et al., 2008; Santos & Santos, 2008; Longhi & Schroeder, 2012); De Prá, 2014; Adriano & Schroeder, 2015), identificamos semelhanças entre este espaço e o EEFD, que, em alguns casos, já ocorrem, inclusive, parcerias nas quais os Clubes de Ciências passam a trabalhar recebendo os bolsistas do PIBID, ou seja, operando como um EEFD. Um exemplo desta intercessão de espaços aparece em trabalhos como Adriano & Schroeder (2015) e Lima e Ferreira (2018). Nóvoa (2009) chamou "*espaço híbrido"* àquele onde ocorre trabalho docente [ensino] e formação profissional [desenvolvimento da profissionalidade]. Este autor defende, pois, que a formação do professor deve se dar, em grande parte, na escola com a participação dos professores mais experientes, (Nóvoa, 2017). Como sequência do que fomos desenvolvendo, na próxima seção trataremos, de forma específica, do Clube de Ciências e sua identidade, evidenciando aspetos históricos, características e potencialidades.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS - OS CLUBES DE CIÊNCIAS NO BRASIL: ASPECTOS HISTÓRICOS, CARACTERÍSTICAS E POTENCIALIDADES

Os Clubes de Ciências surgiram no Brasil durante a década de 50 (Mancuso Bandeira & Lima, 1996), mas foi durante as décadas de 1960, 70 e 80, que experimentaram grande expansão, pois seu surgimento passou a ser fomentado pelos Centros de Ensino de Ciências (Ceci's) criados no Brasil. "Os Ceci's também deviam estimular a organização de espaços para se discutir ciência, como associações, *clubes* ou feiras, dispor de uma biblioteca e filmoteca especializada, para auxiliar os professores, estar em contato com as escolas, [...]" (Both, 2016, p 46) (grifo nosso). De início foram seis Centros em diferentes estados e regiões atendendo também os estados vizinhos. A nossa vivência ocorreu no Clube de Ciências Mário Schemberg criado na Escola Estadual de 1º e 2º Grau Prof. Pedro Augusto Porto Caminha (EEPAC) em João Pessoa, Paraíba (PB), em 1984, do qual o primeiro autor deste texto foi sócio e presidente do mesmo. Este clube foi fundado pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Paraíba (CECIM-PB), do qual participou como aluno bolsista, nos anos de 1984 e 85, no projeto de confecção de kits experimentais para o ensino de Ciências e Matemática, o centro estava equipado com laboratórios e oficinas. Este centro foi criado pelo Prof. Carlos Ovídio Lopes de Mendonça, em 1983, em parceria entre a Universidade Federal da Paraíba e a Secretaria de Estado da Educação e Cultura da Paraíba. Ele surgiu inicialmente em 1967 como um núcleo do Centro de Ensino de Ciências do Nordeste (CECINE), criado em Recife, na Universidade Federal de Pernambuco, em 1963 (Both, 2016). As atividades foram encerradas no final de 1987, por motivo de descontinuidade das políticas públicas. Este, infelizmente, é um aspecto que muito prejudica o desenvolvimento de projetos educacionais de longo prazo no Brasil.

No decorrer desse período, muitas escolas brasileiras montaram Clubes de Ciências. Na época, os professores estavam preocupados em mudar o ensino das disciplinas de Ciências e Matemática e atender aos rápidos avanços tecnológicos, que ora se processavam, principalmente, considerando os efeitos da corrida espacial e os resultados do avanço tecnológico em forma de computadores, calculadoras eletrônicas e outros, que viriam a impactar o cotidiano da vida escolar e da sociedade como um todo. Um dos aspectos que levaram várias escolas a implantar os Clubes de Ciências foi que nestes espaços se cria a possibilidade de articular às disciplinas do eixo das Ciências Naturais e da Matemática numa perspectiva integradora. Neste sentido, vários autores destacam o papel de importância dos Clubes de Ciências para o fomento da educação científica. Dentre os quais se destaca Mancuso, Lima e

Bandeira (1996), Santos e Santos (2008), Silva et al (2008), Prá e Tomio (2014), Adriano e Schroeder (2015).

Por outro lado, este espaço também funciona como um colaborador para o trabalho do professor e auxilia no seu desenvolvimento profissional. Isto faz com que o Clube de Ciências se configure como um importante espaço no qual se cria grupos de interesse, onde os estudantes escolhem os temas que desejam estudar, e isto permite que se tornem protagonistas da sua própria aprendizagem. Para Silva et al (2011):

> As atividades desenvolvidas no clube de ciências ampliam os horizontes dos alunos no que tange ao mundo exterior à escola e no que tange às inúmeras possibilidades de atuação enquanto cidadão profissional. Os estudantes passam a conhecer o que está além do âmbito escolar, adquirindo formação humana mais global, não somente baseada em experiências pragmáticas ou tecnicistas, mas é levado a uma realidade repleta de opções, ausentes no microcosmo do saber senso-comum. (Silva et al p. 64).

Outro aspecto importante é que, nas escolas, o Clube de Ciências ajuda na superação da precariedade, ou mesmo da falta de estruturas físicas para laboratórios, que na maioria das vezes se tornam um limitante para o desenvolvimento da educação científica, pois no espaço do clube os sócios podem construir experimentos a partir de materiais alternativos. Assim se veem motivados a tomarem para si a responsabilidade de continuarem aprendendo. No aspecto do desenvolvimento profissional e da formação continuada para os professores o Clube de Ciências se apresenta como um espaço no qual o professor pode realizar experimentos didático-pedagógicos, confeccionar materiais instrucionais e auxiliar os alunos com temas nos quais estes tenham curiosidade e/ou dificuldades. Isto é possível, pois o Clube não está organizado no formato da sala de aula clássica, funciona em horário diferenciado, é autogerido, a participação é voluntária, trabalha-se de forma coletiva, o currículo é aberto, o aluno tem participação ativa e há interação entre diferentes níveis de ensino. Identificamos Clubes de Ciências funcionando conjuntamente com os EEFD criados pelo PIBID como um caso relatado por Lima e Ferreira (2018). A nossa análise indica que a organização de EEFD nas escolas parece estar, de certa forma, estimulando a retomada do projeto dos Clubes de Ciências, contudo, para um aprofundamento nesta direção se faz necessário uma investigação com tal objetivo.

APROXIMAÇÕES ENTRE O CLUBE DE CIÊNCIAS E O CONCEITO DE EEFD: POTENCIALIDADES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Mesmo com objetivos e estruturas organizacionais distintas, o funcionamento do EEFD e do Clube de Ciências, enquanto espaços do contexto escolar apresentam características comuns. Para efeito comparativo, vejamos os objetivos e algumas características dos Clubes de Ciências que aparecem nos trabalhos de Silva et al (2008). Para estes autores, o Clube de Ciências como um espaço no contexto escolar proporciona: “A existência de um ambiente de discussão, de estudo e de debate da ciência, *afastado da rigidez da sala de aula* é de fundamental importância, pois o domínio da cultura científica é instrumento indispensável à participação política e cidadã.” (Silva et al, 2008, p. 63) (grifo nosso). Destacamos desta citação dos autores, a seguinte característica: não se segue a mesma organização da sala de aula clássica. Os autores explicam ainda que:

> O Clube de Ciências apresenta-se como local onde *as atividades são desenvolvidas em horário de contraturno,* sendo voltadas ao estudo, ao desenvolvimento de projetos e debates sobre temas que envolvem ciências. É um local onde os sócios expõem suas ideias, suas curiosidades e buscam construir os conhecimentos, usando a metodologia científica. (Silva et al, 2008, p. 63). (grifo nosso)

Temos, então, outra característica: funciona em horários diferenciados das aulas, ou seja, no contraturno. Esta é também uma característica do EEFD. Os Clubes geralmente possuem, em maior ou menor medida, uma aproximação com a universidade, quer seja por estarem ligados diretamente a uma dessas instituições, quer pelos seus objetivos, que criam um ambiente pautado na curiosidade e na investigação, ou seja, no desejo de conhecer e, por isso, se aproximam mais do ambiente da universidade e se distanciam da sala de aula. Nesse sentido, Silva et al (2008) informam:

> Sendo assim, o Clube tem, como principais objetivos, desenvolver nos alunos, através da pesquisa e da reflexão, o saber científico, cultural e social; levar o estudante a problematizar temas e a buscar parcerias que o levem à solução dessas questões; oportunizar

> infraestrutura e espaço físico acolhedor aos participantes para desenvolverem projetos e construírem formas de transmitir; viabilizar troca de experiências entre alunos de diferentes idades e entre níveis de conhecimento; *favorecer, ao monitor/graduando e graduado contato com o ambiente escolar, oportunizar a eles novas experiências auxiliando-os a serem, como futuro professores e a criarem estratégias de produção de conhecimento que integrem os alunos, a Escola e a Sociedade.*(Silva et al, 2008, p.64) (grifo nosso).

Temos, então, outra importante característica: o Clube de Ciências insere o graduando [estudante da Licenciatura] no contexto escolar. Isto auxilia na aprendizagem da docência e também oportuniza ao egresso o recém-graduado; é, pois, um espaço para o desenvolvimento da profissionalidade docente. Vejamos, nas palavras dos autores: "Nesse contexto, um Clube de Ciência passa a ser elementar rico ambiente de ensino-aprendizagem para professores do ensino, e para acadêmicos de Licenciatura e egressos recém-formados. Ali é possível aplicar novas metodologias sem engessar o currículo da sala de aula." (Silva et al, 2008, p.64).

Isso implica, entre outras coisas, em uma aproximação entre a escola e a universidade, ou seja, entre o local de formação e o local de trabalho. No Clube de Ciências, os temas a serem estudados são sugeridos pelos alunos-sócios e têm como base, segundo Silva et al (2008, p. 63), "[...] a ciência, a tecnologia, a sociedade e meio ambiente, [...]". Isto é possível porque o Clube de Ciências não está limitado pela estrutura do currículo nem pelo formato da sala de aula clássica. Também fica claro outras características que são a autogestão e o trabalho coletivo, tal possibilita um diálogo com a comunidade fazendo com que a aprendizagem extrapole o contexto escolar: "[...] já que as questões científicas não estão isoladas do contexto social, político, ambiental e econômico dos estudantes." (Silva et al, 2008, p. 63). Desse modo, o estudante adquire um papel ativo na aprendizagem. Tem, assim, como consequência um desenvolvimento que não fica restrito aos limites do conhecimento escolar, pois segundo os autores: "Esse processo de curiosidade, de busca e de transmissão de conhecimento faz com que o aluno passe de ser passivo no seu aprendizado, para ativo, não só no aspecto cognitivo, mas também nas relações sociais, dentro e fora da sala de aula." (*ibdem,* p.64).

Prá & Tomio (2014) realizaram uma investigação acerca da produção científica envolvendo os Clubes de Ciências, e concluíram que vários estudos apontam para as mais diversas tipologias de Clubes de Ciência, independente da variedade dos objetivos e finalidades e dos sujeitos a que se destinam, havendo Clubes de Ciências organizados em escolas e em universidades. Tomio e Hermann (2019) realizaram um mapeamento de Clubes de Ciência na América Latina e concluíram que há coletivos de professores e outros interessados em promover o ensino de Ciências que buscam formas de fazê-lo por meio da superação das limitações dos espaços tradicionalmente destinados ao ensino de Ciências: "[...] existem coletivos que buscam com os Clubes de Ciências romper a forma tradicional de organização dos tempos e espaços destinados convencionalmente pelas escolas para o ensino de Ciências." (Tomio e Hermann, 2019, p. 1). Estes espaços [destinados pelas escolas] são em sua maioria a sala de aula tradicional com todas as suas limitações, pois, na realidade brasileira, poucas são as escolas que possuem laboratórios para o ensino de Ciências.

Após o movimento de análise, podemos explicitar a síntese: de um modo geral, os Clubes de Ciências apresentam as seguintes características: Participação voluntária, funcionam em horário diferente das aulas, têm currículo aberto, são autogeridos, estão inseridos no contexto da escola, implicam participação ativa dos alunos. Outras características são particulares para um ou outro Clube. Identificamos, também, que quanto à denominação alguns são chamados de Clubes de Ciência, Clubes de Ciências e Matemática e, às vezes, Clubes de Física e /ou Astronomia, que são um pouco mais voltados para temas específicos, contudo, suas características são semelhantes. Outrossim, concluímos que mesmo tendo surgido há mais de sessenta anos, os Cubes de Ciências, com suas variantes organizacionais, apresentam potencial para auxiliar no ensino de Ciências e, quando articulados com o EEFD e devidamente fundamentados em uma base teórica apropriada, apresentam potencialidades para auxiliar na formação de professores por meio da aproximação escola-universidade e da articulação do trabalho com a formação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilize o número de secções/subsecções que considere necessárias. Considerando as características semelhantes entre os espaços analisados, concluímos que a principal aproximação entre o Clube de Ciências e o EEFD é a potencialidade que estes espaços

apresentam para articular a melhoria da formação dos professores com a melhoria da aprendizagem dos alunos da escola onde atuam. Analisando estas aproximações, identificamos que estes espaços são propícios para o desenvolvimento da profissionalidade docente, porque articulam o local de formação com o local de trabalho e conferem aos professores profissionais mais experientes um papel ativo na formação dos novos profissionais. Todo esse processo ocorre em um contexto real de trabalho docente no qual é possível: testar e implementar novas metodologias de ensino, produzir materiais didáticos, realizar experimentações e projetos de iniciação científica, uma vez que nestes espaços não há os tempos e movimentos da sala de aula clássica.

Contudo, identificamos, também, que para atingir o objetivo de propiciar uma formação de professores que supere a dicotomia entre teoria e prática, tanto os EEFD quanto os Clubes de Ciências necessitam de um aporte teórico apropriado para este fim, que considere: as suas características e potencialidades, que os diferencie de outros espaços formativos, tais como a sala de aula da universidade, o estágio curricular tradicional e o laboratório de ensino.

REFERÊNCIAS

Adriano, G. A. C. & Schroeder, E. (2015). Compreensões dos bolsistas de Iniciação à Docência/PIBID sobre Clubes de Ciências, ciência e o seu processo de formação inicial. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, 8(2),101-114.

Brasil (2013) Regulamento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à docência – Portaria CAPES nº 096, de 18 de julho de 2013. Retrieved from: https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria_096_18jul13_AprovaRegulamentoPIBID.pdf

Barretto, E. S. de S. (2015). Políticas de formação docente para a educação básica no Brasil: embates contemporâneos. *Revista Brasileira de Educação*, 20(62), 679-701.

Both, B. C. (2016). Centro de Ensino de Ciências do Nordeste (CECINE): formação de Professores nas décadas de 1960 e 1970. In B. A. Dassie & D. A. da Costa (Orgs.), *Anais do 3º Encontro Nacional de Pesquisa em História da Educação Matemática* (pp. 44-56). São Mateus: Universidade Federal do Espírito Santo.

Carvalho, B., & Martins, L. (2017). Formação de professores: superando o dilema teoria versus prática. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate, 9*(1), 172-181. doi:10.9771/gmed.v9i1.15382.

Carvalho, E. (2008). A produção dialética do conhecimento. São Paulo: Xamã.

Gatti, B. (2014). A formação Inicial de professores para a educação básica: as licenciaturas. *Revista USP*, 100 33-46. Retrieved from https://tinyurl.com/wkrvowo

Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6 ed.) São Paulo: Atlas.

Lefebvre, H. (1991). Lógica formal lógica dialética. Trad. Carlos Nelson Coutinho. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira.

Leontiev, A. N. (1978). Actividad, Conciencia y Personalidad. Buenos Aires: Ediciones Ciencia del Hombre.

Lima, G. R., & Ferreira, M. A. S. (2018). A formação docente e o pibid---subprojeto de biologia do IFRN/Macau: uma interlocução entre a formação inicial e continuada. *Revista Holos, 34*(02), 318-332. doi:10.15628/holos.2018.4701.

Lima, T. C. S. & Mioto, R. C. T. (2007). Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: A pesquisa bibliográfica. *Katálysis*, 10(Esp), 37-45. Retrieved from https://tinyurl.com/vhpkl66

Longhi. A. & Schroeder, E. (2012). Clubes de ciências: o que pensam os professores coordenadores sobre ciência, natureza da ciência e iniciação científica numa rede municipal de ensino. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 11*(3), 547-564.

Mancuso, R., Lima, V. M. R., & Bandeira, V. (1996). *Clubes de Ciências: criação, funcionamento, dinamização*. Porto Alegre: SE/CECIRS.

Nóvoa, A. (2009). Para una formación de profesores construida dentro de la profesión. *Revista de Educación, 350*, 203-218.

Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de Pesquisa, 47*(166),1106-1133.

Prá, G., & Tomio, D. (2014). Clube de Ciências: condições de produção da pesquisa em educação científica no Brasil. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 7*(1), 179-207.

Rapoport, A. (2007). Referenciais teóricos e docência: onde anda essa relação? *Diálogo, 11*, 51-64.

Romão, F. e Paixão (2019a). Espaço escolar de formação docente como um conceito em desenvolvimento: características e apontamentos iniciais. In I. A. N. Martínez (Ed.) *Memorias del Congresso Pedagogía 2019 Encuentro internacional por la unidad de los educadores.* La Habana: Sello Editor.

Romão, F. & Paixão, F. (2019b). O trabalho docente em uma perspectiva multidimensional e sua relação com o conceito de Espaço Escolar de Formação Docente. In C. Brito, D. Bartasevicius, A. R. Faria, A. P. Caetano & I. Freire (Eds.) *Atas do IV Encontro Luso-Brasileiro TDFP 2019*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Salvador, A. D. (1986). *Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica*. Porto Alegre: Sulina.

Santos, D. J. F., & Santos, J. M. T. (2008). *Guia de orientações para implementação de um clube de ciências.* Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste. Retirado de https://tinyurl.com/so2cwj9

Saviani, D. (2011). Pedagogia Histórico Crítica: primeiras aproximações (11 ed.). Campinas: Editora Autores Associados.

Silva, J. B., Colman, J., Brinatti, A. M., Silva, S. L. R., & Passoni, S. (2008). Projeto criação Clube de Ciências. *Revista Conexão UEPG, 4*(1) 63-66.

Tomio, D. & Hermann, A. P. (2019). Mapeamento dos clubes de ciências da américa latina e construção do site da rede internacional de clubes de ciências. Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, 21. doi:10.1590/1983-21172019210111.

Vagula, E. Simm, I. F. & Da Silva, S. F. K. (2015). A prática pedagógica nos estágios curriculares: reflexão sobre a formação docente. *Cadernos de Pesquisa em Educação, 19*(41), 119-143.

Vigotski, L. S. (2010). *Psicologia Pedagógica* (R. P. Bezerra Trans., 3 ed.). São Paulo: WMF Martins Fontes.

Wachowicz, L. A. (1991). *O método dialético na didática* (2 ed.). Campinas: Papirus.

DIDÁTICA E PRÁTICA EM DIÁLOGO: CONTRIBUTOS PARA O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL NA FORMAÇÃO INICIAL

Fátima Paixão[1,2], Fátima Regina Jorge[1,2], Paulo Silveira[1], Helena Martins[1,3]

[1]Centro de Investigação Património, Educação e Cultura (CIPEC) Instituto Politécnico de Castelo Branco (PORTUGAL)
[2]Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Universidade de Aveiro (PORTUGAL)
[3]Santa Casa da Misericórdia, Castelo Branco (PORTUGAL)
hellenmartins04@hotmail.com

Resumo

Apresenta-se um estudo associado a um projeto desenvolvido no âmbito da formação de futuras educadoras de infância, alicerçado na relação dialética da didática com a práxis mediada pela unidade curricular de Didática da Matemática e das Ciências Naturais através da valorização da contextualização do ensino no património local e da interação entre contextos formais e não formais no ensino e aprendizagem e assumindo uma perspetiva integradora das áreas do currículo. O projeto inseriu-se no projeto educativo de uma instituição cooperante da instituição formadora incluindo uma visita de estudo à região rural em que o poeta Eugénio de Andrade nasceu e passou os primeiros anos de vida. Do ponto de vista formativo, as futuras educadoras planificaram e implementaram uma sequência de atividades estruturadas em pré-visita, visita e pós-visita, na interação entre o contexto formal e o não formal, tendo a ação na qual estiveram implicadas sido alvo de reflexão escrita.

Tendo como objetivo analisar a relevância de gerar parcerias com a prática, durante a formação em didática da matemática e ciências naturais, com vista ao desenvolvimento profissional (DP) de futuras educadoras de infância, adotou-se uma metodologia descritiva e interpretativa, tendo os dados sido recolhidos por análise de conteúdo das reflexões sobre a experiência didática e através de um questionário.

Da análise do questionário sobressai que a categoria *superação do conceito tradicional de educação e ensino* é o domínio do DP com os valores médios de concordância mais baixos, sendo que 42% das respondentes não evidenciaram ter mudado. O contributo da estratégia formativa para a *assunção de uma perspetiva reflexiva sobre a prática* emerge nas opiniões de 75% das respondentes**.** Estes resultados são consistentes com os decorrentes da análise das reflexões escritas, em que sobressai a valorização da participação ativa das crianças, bem como a recetividade a atividades de trabalho experimental, mas, ao mesmo tempo, apercebendo-se de situações que não correram como planeado. Releva-se, ainda, que o trabalho em grupo, com os pares, e a inter-relação entre a formação em didática das ciências e matemática e a prática foram aspetos muito valorizados.

Emergiu a conclusão de que as atividades centradas na exploração do património regional, assentando na interação entre contextos formais e não formais e desenvolvendo-se em diálogo entre a didática e o próprio campo da prática, se repercutem de forma positiva no DP das futuras educadoras.

Palavras-chave: Formação Inicial; Desenvolvimento profissional; Didática; Educação Pré-escolar; Ciências e Matemática.

INTRODUÇÃO

Na educação, a introdução de práticas inovadoras e com potencial para serem bem sucedidas dependerá, naturalmente, da oportunidade de os futuros profissionais poderem usar estratégias diferentes daquelas que habitualmente são utilizadas e da sua vontade em assumir a mudança didática, bem como de desenvolverem competências reflexivas, na linha do teorizado por Shön (1983), ou seja, reflexão para a ação que se pretende desenvolver, reflexão durante a ação e reflexão após e sobre a ação educativa.

A concretização de experiências didáticas inovadoras na formação de professores e de educadores de infância tem vindo a ser apontada como crucial para o desenvolvimento profissional (DP) em termos de, por exemplo, domínios como *superação do conceito tradicional de educação e ensino*, *descentração do foco de atenção de si próprio para as crianças* e *assunção de perspetiva reflexiva sobre a prática* (Paixão & Jorge, 2019). Nesta senda, o recurso a situações didáticas fundamentadas e experienciadas no âmbito da contextualização no património local e na interação entre contextos formais e não formais de ensino e aprendizagem, numa perspetiva integradora das áreas do currículo, tem-se vindo a afirmar como uma estratégia com elevado potencial na formação, tanto contínua como inicial (Morentin & Guisasola, 2014; Paixão & Jorge, 2017; Skayia, Avraamidou & Evagorou, 2019). Ou seja, a inclusão de visitas de estudo no currículo escolar pressupõe que, desde a formação inicial, a formação didática proporcione aos futuros professores e educadores de infância a familiarização com as particularidades dos locais a visitar com crianças, com as possibilidades de exploração que estes oferecem, e, pressupõe, ainda, que ocorra incentivo a incluí-las nas suas planificações, de forma articulada com os objetivos curriculares (Paixão & Jorge, 2015).

Todavia, tem sido evidenciado que a formação de professores e educadores de infância permanece muito deficiente pela falta de oportunidades para os futuros profissionais planificarem, implementarem e avaliarem visitas de estudo e as articularem, intencional e explicitamente, com as propostas apresentadas nos documentos curriculares (Avraamidou, 2014; Kisiel, 2013; Rodrigues et al., 2015).

Assim, na linha do recomendado por Morentin e Guisasola (2014), a construção de sequências didáticas assentes na valorização da interação ente contextos formais e não formais no ensino e na aprendizagem, e que incorporem a realização de uma visita de estudo, deve nortear-se por alguns princípios didáticos específicos que lancem pontes para a articulação da didática com a prática: (i) Integrar a visita na aprendizagem escolar, o que significa assinalar conteúdos e objetivos de aprendizagens que relacionem os dois contextos; (ii) estruturar e articular as tarefas a propor nos dois contextos: tarefas pré-visita (gerar interesse e motivação); tarefas durante a visita (criar pontes com os conteúdos curriculares); tarefas pós-visita (ampliar e sistematizar as aprendizagens); (iii) desenvolver estratégias de ensino adaptadas ao contexto não-formal, o que implica promover estratégias de índole socio-construtivista baseadas no trabalho colaborativo e na participação ativa das crianças) (Fig. 1).

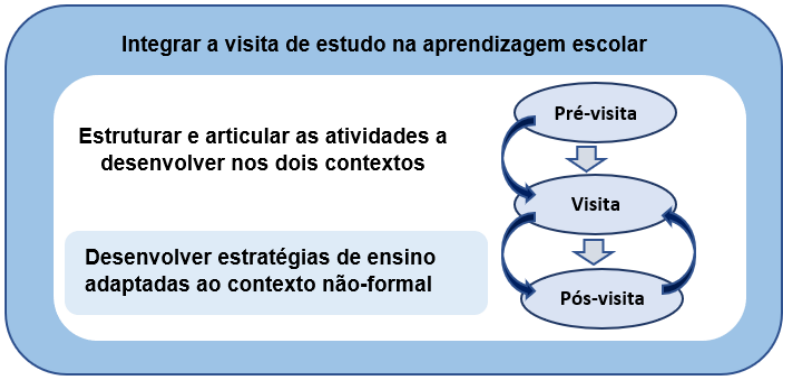


Figura 6. Princípios didáticos específicos para o desenvolvimento de unidades didáticas que incorporem uma visita a um contexto não formal.

A formação inicial deve, pois, proporcionar situações nas quais os futuros professores e educadores de infância se apercebam de modos didáticos inovadores para aumentar o impacto de boas experiências nas aprendizagens das crianças, e que tais modos didáticos se constituam como promotores de desenvolvimento profissional reflexivo (DeWitt & Osborne, 2007).

Alicerçado nas perspetivas apresentadas, o estudo aqui trazido, enquadrado em unidades curriculares de didática de uma instituição formadora, desenvolvido em parceria com uma instituição cooperante e articulado com o projeto educativo desta, teve como objetivo analisar a relevância de gerar parcerias com a prática, durante a formação em didática da matemática e ciências naturais, com vista ao desenvolvimento profissional de futuras educadoras de infância.

METODOLOGIA

Guiados pelo objetivo definido para o estudo, adotou-se uma metodologia de pendor qualitativo, descritiva e interpretativa, com recurso à análise documental e à inquirição de um grupo de 15 estudantes futuras educadoras de infância. Os dados foram recolhidos através de um inquérito que solicitava a expressão do grau de concordância relativamente a cada uma de 28 afirmações bem como por análise de conteúdo das reflexões das futuras educadoras sobre a uma experiência de incursão na praxis, que lhes foi proporcionada. A recolha e análise de dados baseou-se em três categorias, centrando-se este estudo na categoria Desenvolvimento Profissional, representado por três subcategorias previamente definidas: *superação do conceito tradicional de ensino e aprendizagem*; *assunção de perspetiva reflexiva sobre a prática*; e *descentração do foco de atenção de si própria para as crianças*.

A recolha de dados baseou-se nas reflexões sobre a experiência de incursão na praxis (parte integrante do trabalho final da unidade curricular de Didática da Matemática e das Ciências Naturais), que foram realizadas por todas as futuras educadoras de infância, e nas respostas obtidas através de aplicação de um questionário desenvolvido para o efeito. O questionário integrava dezoito afirmações relacionadas com questões relativas ao desenvolvimento profissional. Para cada uma das afirmações era solicitada a expressão do grau de concordância com as opções de resposta expressas numa escala de Likert com valores entre 1 e 5 (1 - discordo totalmente; 2 - discordo; 3 - não discordo nem concordo; 4 - concordo; 5 - concordo totalmente).

O questionário foi desenvolvido através do *Google Forms* e enviado por e-mail às 15 futuras educadoras, garantindo-se o anonimato das respostas. O retorno de respostas foi de 80%, o que corresponde a 12 das 15 participantes.

No seguimento de estudos anteriores (e.g. Paixão & Jorge, 2019), a análise de dados foi sustentada em análise de conteúdo com base em três subcategorias, identificadoras de aspetos relevantes de desenvolvimento profissional (tabela 1).

Tabela 1. Categoria e subcategorias de análise e distribuição dos itens do questionário por subcategoria

Categoria	Subcategorias	Itens do questionário para a categoria DP (A_i)
Desenvolvimento profissional (DP)	DP1 - Mudança de perspetiva de ensino e aprendizagem	A1, A5, A6, A7, A9, A16, A21, A35, A36
	DP2 - Assunção de perspetiva reflexiva sobre a prática	A3, A8, A11, A19
	DP3 - Descentração do foco de atenção de si própria para as crianças	A4, A20, A29, A30, A31

A experiência formativa

A experiência formativa enquadrou-se no âmbito da unidade curricular de Didática da Matemática e Ciências Naturais, tendo havido articulação com a Didática do Português e Estudo do Meio Social, do 1.º ano do Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico. A experiência proporcionou às futuras educadoras a inserção no quotidiano do Jardim de Infância e o conhecimento prévio dos grupos de crianças, de modo a que organizassem uma sequência de atividades didáticas, integrando uma visita de estudo à região rural em que o poeta Eugénio de Andrade nasceu e passou os primeiros anos de vida. Foi planificada e implementada a sequência de atividades estruturadas em pré-visita, visita e pós-visita, na interação entre o contexto formal (sala do Jardim de Infância) e o não formal (região natal de Eugénio de Andrade), tendo a ação na qual estiveram implicadas sido alvo de reflexão escrita.

Os planos de ação didática, dirigidos a grupos de crianças de 4 e 5 anos, incluíram preparação e execução de atividades, articulando, de forma globalizante, os conteúdos das Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar com um espaço não formal, construindo oportunidades de descoberta, relacionamento e exploração do meio natural e cultural.

Antes da implementação dos planos de ação, as futuras educadoras fizeram uma visita prévia aos locais que iriam fazer parte da visita de estudo, para se familiarizarem com o espaço,

compreenderem o seu valor didático e selecionarem os conteúdos e construírem os recursos a explorar. As atividades foram apresentadas às educadoras cooperantes, promovendo o seu envolvimento e o conhecimento da estrutura do guião, visando a coordenação de estratégias no decorrer da execução (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição da experiência didática

Momentos						
Preparação da intervenção didática		Construção dos Planos de Ação Didática			Implementação	Reflexão
Visita prévia a Castelo Novo e Póvoa da Atalaia	Inserção das futuras educadoras no quotidiano do Jardim de Infância/conhecimento dos grupos de crianças	Elaboração dos Planos, em grande grupo, para salas de crianças de 4 e 5 anos	Apresentação dos Planos às Educadoras Cooperantes	Reajuste dos Planos e envio às Educadoras Cooperantes	Implementação em três momentos /dias Pré visita Visita de estudo Pós-visita	Reflexão e avaliação da experiência didática
Intervenientes						
Futuras educadoras e Prof. de Didática	Educadoras Cooperantes de sete Jardins de Infância; futuras educadoras; crianças de 4 e 5 anos	Futuras educadoras e Prof. de Didática	Futuras educadoras e Educadoras Cooperantes	Futuras Educadoras e Prof. didática	Educadoras Cooperantes de sete Jardins de Infância; futuras educadoras; crianças de 4 e 5 anos	Futuras educadoras

As atividades foram implementadas em sete salas de Jardim de Infância, em colaboração com Educadoras Cooperantes da ESECB. Inserindo-se no Projeto Educativo da Instituição, privilegiou-se a articulação entre contextos formais (sala de aula) e não formais (região natal de Eugénio de Andrade).

Figura 2. Atividades desenvolvidas com as crianças de 4 anos.

A ação didática estruturada em pré-visita, visita e pós-visita, contemplou:

- Situações de planificação, implementação e reflexão na interação entre um contexto formal (Jardim de Infância) e não formal (viagem de comboio a Castelo Novo, aldeia histórica, e Póvoa da Atalaia, aldeia onde nasceu o poeta Eugénio de Andrade);

- Contextualização das aprendizagens na interação entre o Jardim de Infância (contexto formal) e a realização de visita à região natal do poeta Eugénio de Andrade (contexto não formal).
- Construção de tarefas e recursos conectando os domínios da matemática, das ciências naturais e do português e meio social.

Nas figuras 2 e 3 esquematiza-se a sequência das atividades desenvolvidas, distintas para os grupos de 4 e de 5 anos.

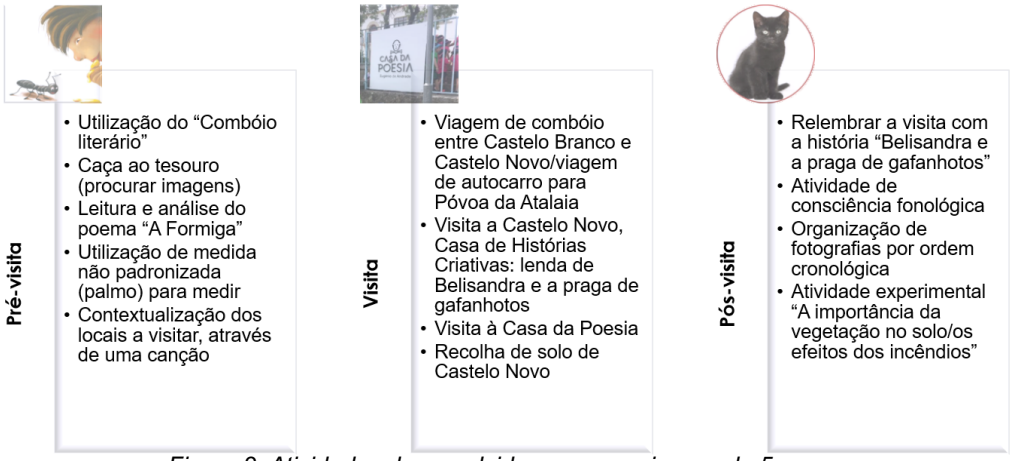


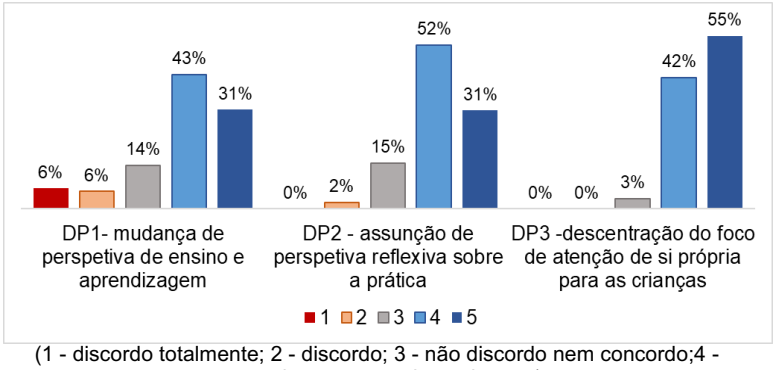
Figura 3. Atividades desenvolvidas com as crianças de 5 anos.

RESULTADOS

Nesta secção propomo-nos apresentar e analisar os dados recolhidos através do questionário aplicado às futuras educadoras de infância após o *terminus* da experiência didática e através das reflexões contantes no trabalho final da unidade curricular de Didática da Matemática e Ciências Naturais, tendo como referente o objetivo do estudo e as subcategorias que definimos como aspetos relevantes de desenvolvimento profissional das futuras professoras. Relativamente aos dados recolhidos através de questionário, a análise foi orientada pelas subcategorias definidas (tabela 1) e apoiada em técnicas de estatística descritiva, nomeadamente, através da sua organização em tabelas e / ou gráficos.

Análise dos dados recolhidos por questionário

O gráfico da figura 4 proporciona uma visão global sobre as perceções das futuras professoras em relação a cada um dos três aspetos de desenvolvimento profissional considerados neste estudo, a saber: superação do conceito tradicional de educação e ensino, descentração do foco de atenção de si própria para as crianças e assunção de perspetiva reflexiva sobre a prática.

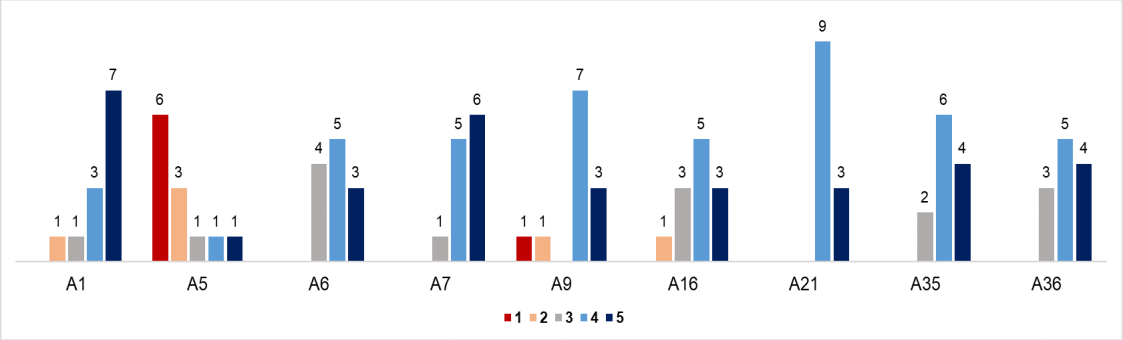


(1 - discordo totalmente; 2 - discordo; 3 - não discordo nem concordo;4 - concordo; 5 - concordo totalmente)

Figura 4. Perceções das futuras professoras relativas ao seu desenvolvimento profissional

A análise global das respostas ao conjunto das questões associada a cada uma das subcategorias revela que a *descentração do foco de atenção de si própria para as crianças* pode ser considerado o aspeto mais marcante da experiência didática vivida pelas respondentes ao questionário, com 97% das respostas associadas aos dois níveis mais altos da escala (níveis 4 e 5). Seguiu-se a *assunção de uma perspetiva reflexiva sobre a prática* que foi manifestada em 83% das opiniões expressas. Por último, a perceção da ocorrência de *mudanças de perspetiva de ensino e aprendizagem/superação do conceito tradicional de educação e ensino* foi identificada em 74% das respostas.

Passando a uma análise mais detalhada por subcategoria e questão, apresentam-se na figura 5 os dados recolhidos nas nove afirmações associadas à subcategoria DP1 (A1, A5, A6, A7, A9, A16, A21, A35, A36).

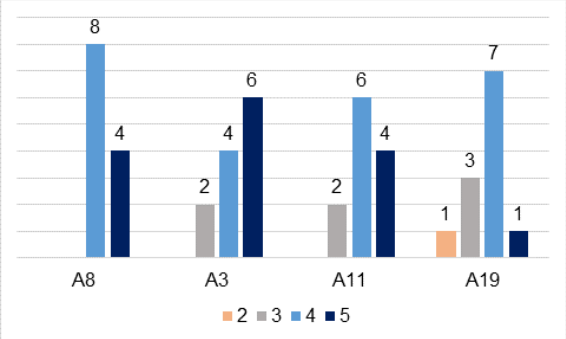


(1 - discordo totalmente; 2 - discordo; 3 - não discordo nem concordo;4 - concordo; 5 - concordo totalmente)

Figura 5. Dados relativos à subcategoria DP1 - Superação do conceito tradicional de educação e ensino

A análise das respostas permite inferir que, na opinião da quase totalidade das respondentes, *as parcerias geradas entre a formação em didática e a prática terão contribuído para o desenvolvimento de competências para ensinar Matemática e Ciências da Natureza no Jardim de Infância* (A7) e que *em ciências é importante planificar atividades experimentais de tipo investigativo* (A9). Todas concordaram que *o desenvolvimento do percurso didático evidenciou o valor educativo do património cultural* (A21). Relativamente ao *contributo do trabalho com as colegas do grupo para superar dificuldades na construção da planificação didática* (A1), apenas duas futuras educadoras discordaram ou não manifestaram opinião, sendo que também só duas tomaram a posição similar quando questionadas sobre se *trabalhar com as colegas do grupo prejudicou a tomada de decisões na construção da planificação* (A5). Na questão sobre se *a experiência didática mudou a perspetiva sobre o modo como se deve organizar uma visita de estudo* (A16), constatámos que um terço das respondentes assinalou os níveis 2 ou 3, predominando, ainda assim, uma opinião positiva. Questionadas se *nas práticas de ensino supervisionada em Educação Pré-escolar* (A35) e *1.º Ciclo do Ensino Básico* (A36) *gostariam de ter oportunidade de planificar e implementar uma visita de estudo*, as respostas foram, maioritariamente, favoráveis.

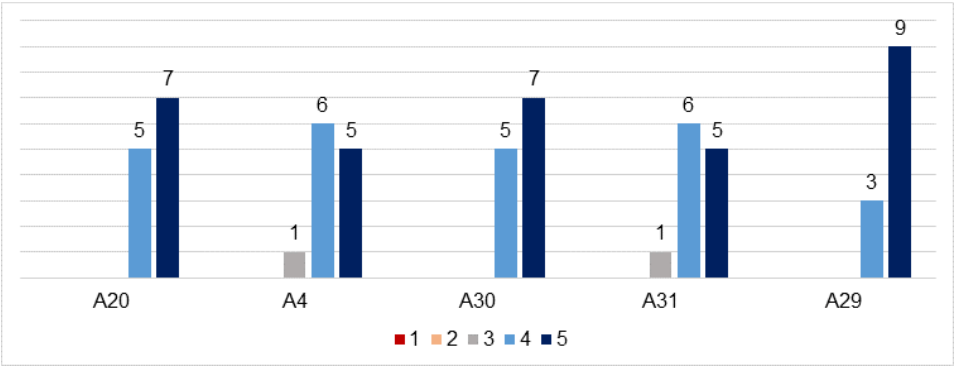
A análise das respostas às quatro questões associadas a subcategoria DP2 – *Assunção de perspetiva reflexiva sobre a prática* (A3, A8, A11, A19) revelam que todas as participantes consideraram que *a experiência as fez refletir sobre como favorecer as aprendizagens* (A8), mas só quatro manifestam um elevado grau de concordância. Na questão sobre se *a experiência didática reforçou o desejo de ser educadora / professora* (A3), metade das respondentes situa-se no nível mais elevado de resposta e apenas duas não assumiram qualquer alteração. Questionadas sobre se *as atividades planeadas se desenvolveram como esperado* (A11), e se *nas atividades desenvolvidas no Jardim de Infância era possível as crianças serem mais autónomas* (A19), verifica-se a concordância da maioria das futuras educadoras, mas registamos que, no caso da última questão, só uma concorda totalmente.



(1 - discordo totalmente; 2 - discordo; 3 - não discordo nem concordo;4 - concordo; 5 - concordo totalmente)

Figura 6. Dados relativos à subcategoria DP2 - Assunção de perspetiva reflexiva sobre a prática

Por último, as respostas aos itens do questionário associados a DP3 – *Descentração do foco de atenção de si própria para as crianças* revelam que apenas em dois dos itens foi assinalado o nível 3, ou seja, não foi manifestada qualquer posição de concordância ou discordância em relação às afirmações em causa (Fig. 6).



(1 - discordo totalmente; 2 - discordo; 3 - não discordo nem concordo;4 - concordo; 5 - concordo totalmente)

Figura 7. Dados relativos à subcategoria DP3 - Descentração do foco de atenção de si própria para as crianças

Da análise do gráfico (Fig. 7) sobressai a perceção de que *as crianças devem ter um papel ativo nas atividades propostas durante a visita* (A29), de que *as crianças se mostraram sempre interessadas e motivadas para aprender* (A30) e que durante a intervenção didática, *as crianças evidenciaram ter construído novos conhecimentos* (A31). Outro aspeto que merece destaque é a perceção de que o *esforço e o tempo despendidos no desenvolvimento das atividades e dos recursos valeu a pena, pois contribuíram para a aprendizagem das crianças* (A20).

Análise das reflexões sobre a experiência didática

Apesar da apreciação global das reflexões das futuras educadoras de infância revelar que estas são mais descritivas do que reflexivas, há várias confluências com os resultados provenientes da análise das respostas ao questionário e de que passamos a destacar alguns exemplos, citando o discurso das participantes no estudo.

- Valorização da participação ativa das crianças;

> Conseguimos que o grupo ficasse interessado e motivado para o desenvolvimento do trabalho;
>
> As crianças participaram de forma ativa e realizaram todas as atividades de forma empenhada;

> O grupo de crianças (…) foi um grupo sempre muito afável e pronto para aprender coisas novas, participando nas atividades de forma ativa.

- Recetividade das futuras educadoras a atividades de trabalho experimental, mas, ao mesmo tempo, apercebendo-se de situações que não correram como planeado.

> Um dos aspetos negativos durante este dia, foi a realização da experiência, pois nestas idades o «ver» é essencial, e neste caso como a experiência não correu como estava previsto, os resultados não foram tão evidentes para as crianças.
>
> (…) há certos aspetos que mudaria no caso de ter a hipótese de aplicar esta unidade didática com outro grupo, (…) a atividade experimental (…).
>
> (…) a atividade experimental (…) infelizmente não correu como esperado, mas as crianças gostaram de a realizar.

- Apreciação do trabalho em grupo, com os pares, e da inter-relação entre a formação em didática das ciências e matemática e a prática.

> Em relação ao grupo de trabalho (…) acho que desde o início foi bastante organizado, funcionando bem, considerando as ideias todas essenciais e depois debatidas em conjunto para existir uma melhor organização de trabalho, escolhendo sempre a atividade que melhor se destacava;
>
> Esta experiência mostrou-se muito produtiva não só a nível teórico pois aprendemos a construir um guião de atividades e a sua planificação e ainda a nível prático, ou seja, em colocar em prática o teórico;
>
> Toda esta prática/experiência foi bastante gratificante na medida em que pude pôr em prática muitas das aprendizagens realizadas em contexto sala de aula, nas unidades didáticas (…).

Os resultados revelam que a experiência formativa na qual envolvemos as estudantes futuras educadoras se repercutiu de forma positiva no seu desenvolvimento profissional, sendo que, nas respostas ao inquérito, a *descentração do foco de atenção de si próprio para as crianças* foi o aspeto onde se verificou menor dispersão nos níveis de respostas e um nível médio e mediano mais elevado, destacando-se uma elevada concordância no papel ativo das crianças nas atividades de matemática e de ciências. Nas reflexões, destaca-se a valorização do trabalho cooperativo com os pares, a capacidade de interessar e motivar as crianças para as atividades, a ligação entre as atividades realizadas na visita e as realizadas no jardim de infância, bem como a valorização da oportunidade de aplicação de conhecimentos didáticos.

CONCLUSÕES

As atividades centradas na exploração do património regional, assentando na interação entre contextos formais e não formais e desenvolvendo-se em diálogo entre a didática e o próprio campo da prática repercutiram-se de forma positiva no desenvolvimento profissional das futuras educadoras.

Evidenciou-se, pela apreciação feita pelas intervenientes, que as atividades desenvolvidas constituíram experiências de aprendizagem significativas e motivadoras, simultaneamente, para as crianças e para o enriquecimento do percurso formativo das futuras educadoras.

O desenvolvimento de competências profissionais foi também valorizado, nomeadamente, na apropriação de uma perspetiva de integração da matemática com outras áreas/domínios de conteúdo.

A *descentração do foco de atenção de si próprio para as crianças* foi o aspeto do desenvolvimento profissional onde se verificou maior homogeneidade de opiniões, destacando-se a valorização do papel ativo das crianças nas atividades.

Há também evidências de mudança de perspetivas de ensino e aprendizagem, em termos de valorização do trabalho cooperativo com os pares, da oportunidade de aplicar conhecimentos didáticos e de ter conseguido interessar e motivar as crianças para as atividades.

As conclusões do estudo convergem, pois, positivamente, na valorização da formação inicial dos futuros educadores de infância, do diálogo entre a didática e a prática, quando neste se evidencia a contextualização do ensino e aprendizagem no património local, através da interação entre contextos formais e não formais.

REFERÊNCIAS

Avraamidou, L. (2014). Developing a Reform-Minded Science Teaching Identity: The Role of Informal Science Environments. *Journal of Science Teacher Education, 25*(7), 823-843.

DeWitt, J., & Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused School Trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education, 29*(6), 685-710.

Kisiel, J. (2013). Introducing Future Teachers to Science Beyond the Classroom. *Journal of Science Teacher Education, 24*(1), 67-91.

Morentin, M., & Guisasola, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11*(3), 364-380.

Paixão, F. & Jorge, F. R. (2017). Formação inicial de professores através do recurso ao património artístico local relevando o trabalho experimental. *Enseñanza de las Ciencias, N.º Extraordinario*,1623-1629.

Paixão, F., Jorge, F. R. & Martins, H. (2015). Práticas educativas de futuros professores do ensino básico em espaços da cidade - Reflexos no desenvolvimento profissional e inovação didática. In C. A. Gomes, M. Figueiredo, H. Ramalho, & J. Rocha (Coord.), *Atas do XIII Congresso SPCE* (pp. 1082-1092). Viseu: ESE.

Paixão, F., Jorge, F. R., & Martins, H. (2019). Estratégia formativa contextualizada no meio local – valorização da aprendizagem dos alunos e perspetiva afetiva de futuros professores na prática. In J. Pinhal, F. Costa, & R. Faria (Orgs.), *A investigação, a formação, as políticas e as práticas em educação – 30 anos de AFIRSE em Portugal* (pp. 1076-1085). Lisboa: AFIRSE Portugal e Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Rodrigues, A., Galvão, C., Faria, C., Costa, C., Cabrita, I., Chagas, I., Jorge, F. R., Paixão, F., Teixeira, F., Sá, P., Neto, T., Vieira, R., & Patrícia, J. (2015). Práticas integradas de educação formal e não formal de ciências nos cursos de formação inicial de professores. In Ministério da Educação e Ciência - *Experiências de inovação didática no ensino superior* (pp. 129-148). Lisboa: Secretaria de Estado do Ensino Superior.

Shön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books

Skayia A., Avraamidou, L., & Evagorou, M. (2019). How preservice teachers develop their personal philosophies about science teaching: The role of informal science approaches. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education, 2*(2), 71-84.

TRABALHO EXPERIMENTAL NA CONCRETIZAÇÃO DE ATIVIDADES DE TRANSVERSALIDADE CURRICULAR – AVALIAÇÃO DE UMA AÇÃO DE FORMAÇÃO CONTÍNUA

Fátima Regina Jorge, Fátima Paixão

[1]Centro de Investigação Património, Educação e Cultura (CIPEC) Instituto Politécnico de Castelo Branco; Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Universidade de Aveiro (PORTUGAL)
frjorge@ipcb.pt

Resumo

Toma-se como ponto de partida que o património artístico local apresenta um elevado potencial como recurso didático promotor de integração e transversalidade curricular. Paralelamente, assume-se que a educação em contextos não formais articulada com o trabalho na sala de aula pode favorecer a aprendizagem e, simultaneamente, incutir maior motivação e cooperação na realização de atividades. É, também, fortemente reconhecido que o trabalho experimental é uma metodologia ativa geradora de aprendizagens, simultaneamente, cognitivas, procedimentais e afetivas. Contudo, é consensual que tanto a interação entre contextos formais e não-formais como o trabalho experimental de cariz investigativo são, ainda, fracamente explorados no pré-escolar e no ensino básico, sendo, por isso, amplamente recomendado o incremento de formação contínua que possa colmatar dificuldades enfrentadas pelos profissionais.

No âmbito da formação contínua de educadores e professores desenvolvemos uma ação de curta duração centrada na realização de uma atividade de trabalho experimental, integrando ciências naturais e matemática, tomando como contexto uma obra do artista plástico Manuel Cargaleiro. Os conteúdos da atividade focaram a pavimentação do plano com figuras poligonais e fenómenos da interação da luz com a matéria, evidenciando as cores. A ação tem vindo a ser oferecida como oficina de trabalho em diversas situações. Impôs-se, pois, analisar qual a o interesse que despertava nos formandos, tendo-se estabelecido como objetivo do nosso estudo avaliar a ação de formação através das opiniões dos participantes.

A metodologia, de índole descritiva, consistiu na aplicação e análise de um questionário construído para o efeito, contemplando um conjunto de questões fechadas associadas a uma escala de 1 a 7 (1 - totalmente em desacordo; 7 - totalmente de acordo). A análise dos dados foi sustentada em duas categorias de análise: (i) perspetivas do potencial da atividade para a aprendizagem das crianças/alunos; (ii) perspetiva do ensino dos docentes. Para cada item procedeu-se à contabilização do número de respostas por nível de concordância e á construção de representações gráficas

A análise global dos dados revela a predominância em todos os itens dos níveis 6 e 7, algumas respostas associadas ao nível 5, a inexistência de respostas associadas aos níveis 1, 2 ou 3 e um número residual de situações em que o formando assinalou o nível 4. Estes resultados sustentam que os participantes avaliaram positivamente a ação em termos do seu potencial para a aprendizagem dos alunos e em termos didáticos. Na perspetiva da aprendizagem dos alunos, a compreensão da natureza do trabalho experimental é o aspeto com maior homogeneidade de opiniões. Ao nível do desenvolvimento de competências, destaca-se a elevada concordância no contributo da atividade para gerar motivação e no desenvolvimento de capacidades de questionamento, testagem, interpretação de dados e experimentação. No que concerne à construção de conhecimentos cognitivos, sobressai a valorização da matemática e das ciências. Na perspetiva do ensino dos docentes, as opiniões convergem de forma mais notória para o reconhecimento da relevância da ação para a formação contínua e para a promoção da integração de áreas curriculares.

Palavras-chave: Formação Inicial; Desenvolvimento profissional; Didática; Educação Pré-escolar; Ciências e Matemática.

INTRODUÇÃO

Em termos de enquadramento teórico apresentamos na figura 1 o modelo concetual que sustém o estudo que apresentamos.

Figura 1. Referencial teórico do estudo (Paixão & Jorge, 2017).

Nos últimos anos, tem-se intensificado o reconhecimento do valor da interação entre contextos formais e não-formais na aprendizagem das ciências e matemática e na formação de professores destas áreas (Anderson, Lucas & Ginns, 2003; Avraamidou, 2014; Morentin & Guisasola, 2014; Osborne & Dillon, 2007, Paixão & Jorge, 2019). Para Avraamidou e Roth (2016), a educação em contextos exteriores à escola, desde que articulada com o currículo e o trabalho em sala de aula, pode favorecer aprendizagens e, simultaneamente, maior motivação e cooperação na realização de atividades. Quando pensamos na formação de professores, tal aspeto assume uma grande importância, pois as mudanças positivas nos resultados de aprendizagem dos alunos, fruto da introdução de mudanças na prática de ensino, são o núcleo do desenvolvimento profissional docente, ou seja, o fator com maior impacto na mudança de atitudes e crenças sobre o ensino (Guskey & Sparks, 2004). Paralelamente, a investigação sugere que a inclusão de contextos não formais durante a formação, inicial ou contínua, de professores contribui para a reconstrução de ideias sobre as ciências e sobre o seu ensino, necessário ao alinhamento do ensino com perspetivas didáticas atuais que enfatizam o valor do envolvimento dos alunos na atividade de fazer ciência (Avraamidou, 2014; Skayia, Avraamidou & Evagorou, 2019).

Assim, é essencial que a formação de professores (inicial ou contínua) proporcione o envolvimento dos (futuros) profissionais em atividades que interrelacionem os contextos formais e não formais, enfatizando ligações entre diferentes áreas do conhecimento e entre as ciências e a vida quotidiana (Paixão & Jorge, 2015, 2019) e valorizando a perspetiva de aprendizagem por questionamento proporcionada, em particular, pelo trabalho experimental (Avraamidou, 2014; Paixão & Jorge, 2017). Esta metodologia de trabalho é amplamente defendida por favorecer o estabelecimento de ligações entre o "mundo real dos objetos, materiais e acontecimentos e o desenvolvimento de pensamento científico abstrato" (Abrahams, Millar, Whitehouse, Reiss, & Amos, 2011, p.1). Assim, se o ensino das ciências implica outras dimensões do saber, para além de conteúdos disciplinares específicos este deve envolver as crianças em situações em que estas possam manipular objetos e materiais, questionando, observando e tirando conclusões por si próprias.

Nesta mesma linha orientadora, o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2014) preconizam práticas de ensino da matemática que enquadrem e consolidem a aprendizagem direcionados para a compreensão concetual, a fluência em procedimentos, competências em estratégias, adequação de raciocínios e atitudes positivas. Tal pressupõe, por exemplo, o recurso

a tarefas de resolução e formulação de problemas que motivem e ajudem o aluno na construção de conhecimento novo. Nas palavras de Stephen Lerman:

> Propor à criança uma situação aberta, em que ela é encorajada a colocar questões por si própria, é a única forma de lhe permitir avançar concetualmente (…) temos uma responsabilidade particular de preparar os alunos a fim de serem capazes de analisar as situações, de estabelecer conjeturas, de colocar problemas, de fazer deduções, de tirar conclusões, de refletir sobre os resultados, etc. (Lerman, 1996, p. 111).

A citação anterior remete para a conceção, partilhada por muitos outros investigadores em educação matemática, de que aprender matemática é fazer matemática, conferindo destaque a situações problemáticas que propiciem o envolvimento dos alunos em processos investigativos (Alliviato & Vieira, 2016). Para estes autores (*ibidem*, p. 121), os processos investigativos compreendem "a procura metódica e consciente e a descoberta através de exame e observação minuciosa, aproximando-se muito do significado de explorar e inquirir", sendo, por isso, considerados relevantes para a aprendizagem compreensiva da matemática. Ora tais práticas colocam muitos desafios ao professor que passam pela necessidade de alterar perspetivas tradicionais de ensino da matemática ainda muito presentes nas salas de aula.

Apesar do reconhecimento generalizado do papel do trabalho experimental e do reforço que tem vindo a ser feito na formação de professores, nacional e internacionalmente, a investigação revela que nem sempre a seleção e o desenvolvimento das atividades práticas atendem de forma equilibrada às componentes concetual («minds-on»), procedimental ("hands on") e afetiva («heart-on»), verificando-se, em geral, uma sobrevalorização dos procedimentos em detrimento das outras duas componentes (Abrahams, Millar, Whitehouse, Reiss, & Amos, 2011, Millar, 2010). Assim, assume-se que a transformação das práticas dos professores passa por os encorajar e ajudar a refletir de forma mais completa e profunda sobre o propósito deste tipo de estratégia como ferramenta de ensino-aprendizagem e sobre quais as competências que se pretendem desenvolver nos alunos, através de atividades experimentais (ibidem).

O desenvolvimento, em sala de aula do 1.º Ciclo do Ensino Básico, de uma atividade integrando ciências, matemática e arte, realizada após uma visita de estudo ao Museu Cargaleiro, com avaliação muito positiva (Paixão, Jorge & Antunes, 2016), conduziu à ideia da sua transposição para a formação contínua de educadores e professores dos primeiros anos. A atividade desenvolve-se a partir da análise de uma obra de Manuel Cargaleiro e é norteada por objetivos de aprendizagem associados à compreensão de fenómenos da interação da luz com a matéria, evidenciando as cores, e a compreensão da noção de pavimentação do plano (tela) com figuras poligonais. A obra, escolhida como inspiradora da proposta de trabalho prático a desenvolver na ação tem o título de *Carreaux Diamants* e é de 1986. Partindo da análise dos efeitos estéticos do quadro, a ação desenvolve-se a partir da formulação de duas questões-problema interrelacionadas. Uma delas, sugerida pelo facto de Manuel Cargaleiro cobrir a tela com figuras geométricas, a maior parte delas quadriláteros. A outra relacionada com o uso de cores contrastantes e a sensação de a parte central do quadro estar a ser diretamente iluminada. do quadro. O produto final da ação é uma composição plástica que proporciona a obtenção de resultados que permitem responder a essas questões, percorrendo as várias etapas do trabalho experimental.

Decorrente do exposto, o objetivo do estudo aqui apresentado é avaliar uma ação de formação contínua, de curta duração (3 h), através das opiniões dos quarenta e dois participantes relativamente às seguintes dimensões:

- Perspetivas sobre a aprendizagem das crianças/alunos;
- Perspetiva profissional do Educador / Professor.

METODOLOGIA

O estudo apresentado envolveu 42 professores, maioritariamente docentes no 1.º Ciclo do Ensino Básico (86%) que participaram numa ação de formação contínua que tem vindo a ser oferecida como oficina de prática de curta duração (3 h) em diversas situações e momentos (4 ações desde novembro de 2017).

Decorrente do objetivo do estudo, assumiu-se uma metodologia de índole analítica e descritiva.

Em função dos objetivos do estudo, a recolha de dados foi feita por inquirição, através da aplicação de um questionário, imediatamente após o *terminus* da atividade, constituído por afirmações relacionadas com a perceção dos participantes sobre o potencial das atividades desenvolvidas para a aprendizagem das crianças/alunos e afirmações relativas à perspetiva profissional do educador/professor. O questionário foi construído para o efeito pelas autoras, sendo constituído por vinte e nove afirmações e uma questão aberta em que se solicitava um comentário relativo à ação de formação. Nas questões fechadas, os participantes deveriam indicar o seu grau de concordância ou de discordância com cada uma de 29 afirmações, de acordo com uma escala de 1 a 7 ("1 = Totalmente em desacordo" e "7= Totalmente de acordo" e a possibilidade de assinalar a opção não aplicável/sem opinião).

Em termos de análise de dados, esta foi orientada por duas categorias de análise:

- Perspetivas sobre a aprendizagem das crianças/alunos;
- Perspetiva profissional do Educador / Professor.

Considerando a natureza fechada de grande parte das questões, optámos por organizar os dados em tabelas de frequências e gráficos para desse modo se obter uma melhor perceção das opiniões dos participantes. Relativamente aos dados recolhidos através dos comentários feitos pelos professores nas questões de natureza aberta, estes foram também analisados em conformidade com as categorias de análise definidas.

A ação de formação

As tarefas propostas na ação de formação tomaram como ponto de partida a realização de uma visita de estudo ao Museu Cargaleiro, lugar onde os alunos tiveram a ocasião de contactar e ser interpelados pela obra do Mestre Cargaleiro e em que imperam, em muitas delas, numa dinâmica expressionista, as formas geométricas e a exploração da cor e da luz. Neste contexto não formal, a obra selecionada, para análise na ação de formação e mote para a formulação das questões problema da atividade de trabalho experimental de cariz investigativo, foi *Carreaux Diamants*, de 1986 (Fig. 2).

Figura 2. Carreaux Diamants, 1986: Manuel Cargaleiro, Museu Cargaleiro, Castelo Branco (Retirado de https://br.pinterest.com/pin/367817494552956233/).

Da chuva de ideias desencadeada pela apreciação da obra e seus efeitos estéticos, sobressaiu a pavimentação do plano com figuras geométricas, designadamente os quadriláteros como figura base da pavimentação, e, ainda, o efeito mais ou menos luminoso provocado pela escolha criteriosa das cores e sua combinação, transmitindo a sensação de que o centro do quadro está a ser iluminado. Deste modo, o uso da cor e da luz, nomeadamente a questão da relação da luz com a cor surgiu, naturalmente, da observação da obra.

Os aspetos relativos à planificação da atividade experimental são evidenciados na figura 3.

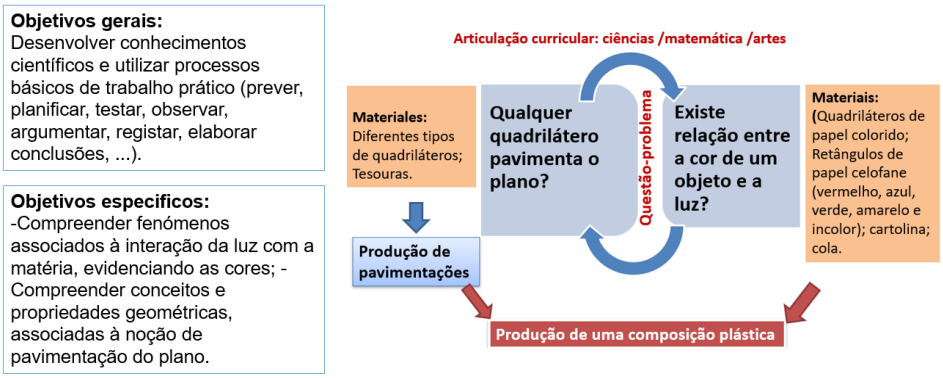


Figura 3. Plano da atividade de trabalho experimental.

A atividade iniciou-se com a formulação da questão problema "Qualquer quadrilátero pavimenta o plano?", seguindo-se todas as etapas associadas a atividades de trabalho experimental de índole investigativo, em conformidade com os modelos da carta de planificação e de tabelas de registo associados a atividades experimentais (Fig. 4).

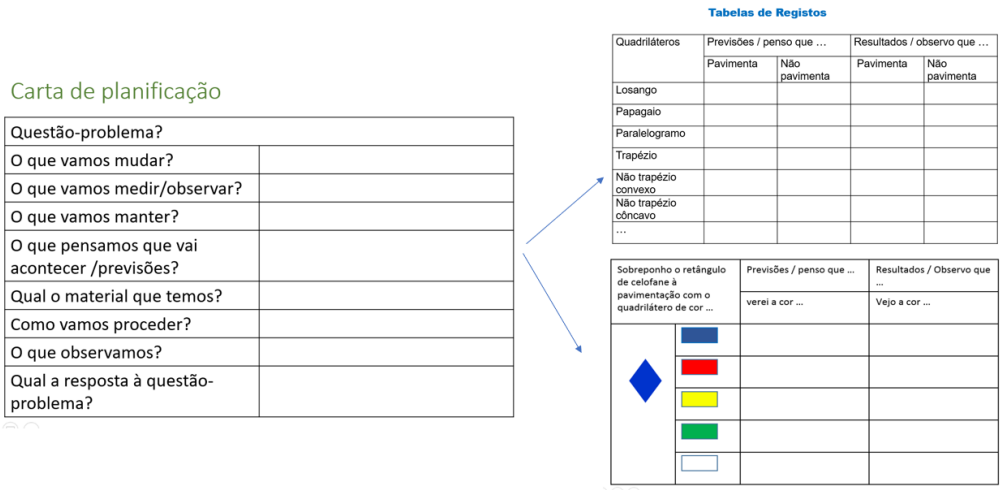


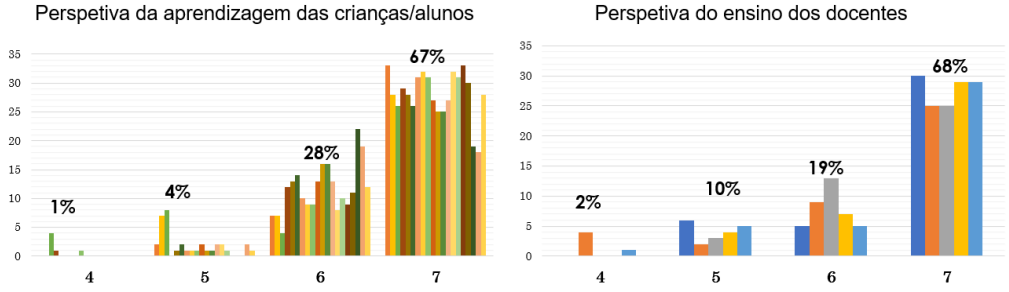
Figura 4. Carta de planificação e tabelas de registo associadas à atividade (adaptado de Martins et al., 2007).

Seguiu-se a exploração da relação entre luz e cor, tomando-se as pavimentações monocromáticas, construídas anteriormente, como objeto opaco necessário à testagem das previsões formuladas. Na figura 5, apresentam-se algumas imagens da atividade.

Figura 5. Professores a realizar a atividade de trabalho experimental.

RESULTADOS

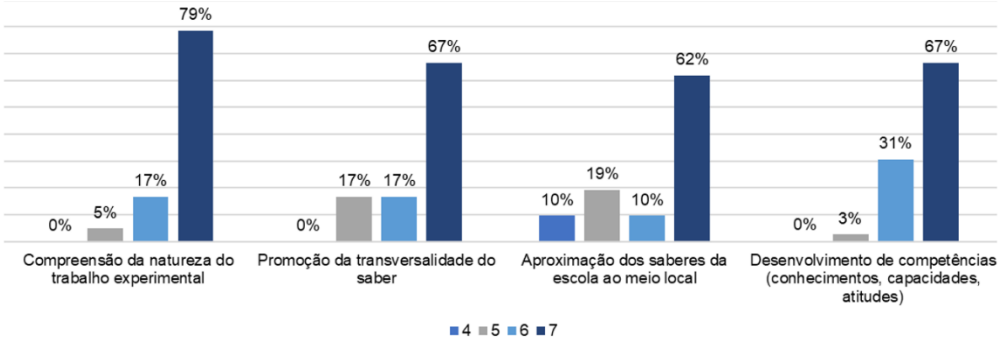
As opiniões manifestadas pelos 42 participantes na ação de formação, relativamente a qualquer uma das duas categorias, revelam níveis elevados de concordância (6 e 7) com a generalidade das afirmações. Como também se evidencia nos gráficos apresentados na figura 6, o nível 7, concordo totalmente, foi assinalado em mais de dois terços das afirmações.



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA- não se aplica/sem opinião)

Figura 6. Distribuição das respostas ao questionário por nível de concordância

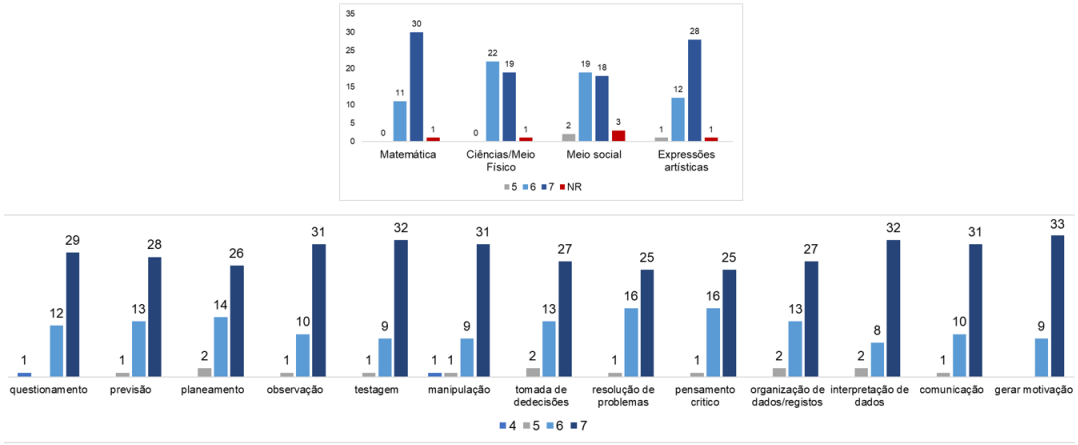
Procedendo a uma análise mais detalhada das perspetivas dos professores relativamente à sua perceção sobre o contributo da atividade realizada em termos de aprendizagem dos alunos, os dados obtidos (Fig. 7) revelam que a compreensão da natureza do trabalho experimental é reconhecida por todos os participantes, sendo de notar o elevado número de respostas no nível 7. Verifica-se, também, a homogeneidade de opiniões relativamente ao contributo da atividade para a promoção da transversalidade do saber e do desenvolvimento de competências.



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA- não se aplica/sem opinião)

Figura 7. Perspetivas dos professores relativas ao contributo da atividade para a aprendizagem dos alunos

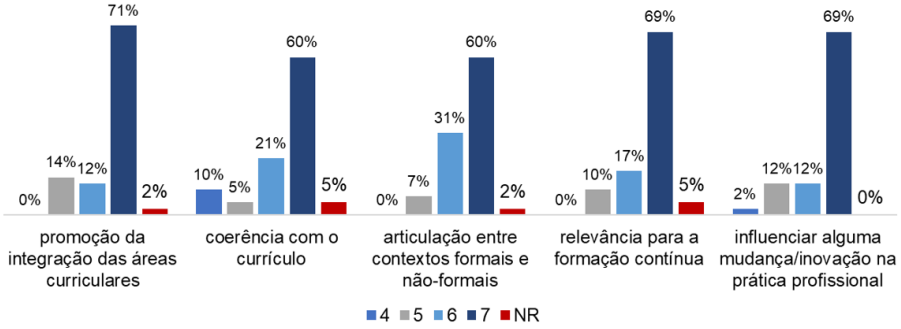
Em termos de desenvolvimento de competências específicas (Fig. 8), ao nível de capacidades e atitudes, as opiniões convergem, de forma mais notória, para o reconhecimento da relevância da ação para gerar motivação, para promover a aquisição de conhecimentos de matemática e artes, e para o desenvolvimento de capacidades científicas transversais como sejam: testagem de previsões, interpretação de dados, observação, manipulação, questionamento ... É de realçar que, em termos da construção de conhecimentos cognitivos, se regista que a matemática é a área onde se evidencia uma maior homogeneidade de respostas no nível de concordância mais elevado. A perceção das autoras durante as sessões foi a de que os participantes, por não estarem muito familiarizados com a realização deste tipo de atividades em matemática, foram surpreendidos. Por outro lado, tivemos a perceção de que, ao contrário das pavimentações do plano que surgem no currículo do 1.º Ciclo do Ensino Básico, a relação entre a luz e a cor é pouco explorada.



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA- não se aplica/sem opinião)

Figura 8. Perspetivas sobre o contributo da atividade para o desenvolvimento de competências nos alunos

Como se ilustra na figura 9, na perspetiva do ensino dos docentes, as opiniões convergem para o reconhecimento do contributo da realização de trabalho experimental para, e por esta ordem: promoção da integração de áreas curriculares; influenciar alguma mudança /inovação na prática profissional; relevância para a formação contínua; articulação entre contextos formais e não formais.



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA- não se aplica/sem opinião)

Figura 9. Perspetivas dos participantes sobre o contributo da atividade para o ensino

A leitura dos dados apresentados nos gráficos (Figs. 7 a 10) é reforçada e complementada por alguns dos comentários finais, recolhidos através da questão de natureza aberta, e que passamos a reproduzir.

> "(…) permitiu a interiorização da prática pedagógica / como implementar a metodologia de aprendizagem baseada no questionamento" (prof. 1);
>
> "Questiona-nos sobre outras formas de trabalhar as questões numa vertente mais prática" (prof. 4);
>
> "(…) de maneira muito simples conseguiu-se chegar a «grandes conclusões»" (prof. 6);
>
> "(…) aprendi para a minha prática docente" (prof. 5)
>
> "De forma lúdica e transversal permitiu novas aprendizagens" (prof. 3)
>
> "bastante interessante do ponto de vista da mobilização de conteúdos da matemática e das ciências com o património local. A aprendizagem desta perspetiva poderá ser bastante interativa promovendo valores pessoais (como a partilha)" (prof. 35)
>
> "(…) carácter lúdico, prático e transversal" (prof. 2)

A avaliação global da ação pelos professores neste estudo pode considerar-se muito positiva dado que 39 dos 42 participantes a avaliaram em um dos dois níveis mais elevados da escala.

CONCLUSÕES

Confrontados com o valor da atividade de trabalho experimental realizado em termos da aprendizagem dos alunos, os resultados mostram que as opiniões são bastante homogéneas, sobressaindo o reconhecimento do valor da atividade para a compreensão da natureza do trabalho experimental, para a perceção da transversalidade dos saberes e para o desenvolvimento de competências. Relativamente a este último aspeto, os maiores níveis de concordância de opiniões ocorrem ao nível do contributo da atividade para gerar motivação nos alunos. No que concerne ao desenvolvimento de capacidades científicas básicas, associadas ao trabalho experimental de cariz investigativo, sobressai também um elevado nível de concordância das opiniões, com mais de 95% dos professores participantes na ação a assinalarem os níveis 6 ou 7. Também a construção de conhecimento cognitivo é relevada pelos professores, sendo que a matemática e as expressões artísticas se destacam.

Em termos da perspetiva profissional, os participantes reconheceram o contributo da ação para a sua formação contínua, para influenciar alguma mudança/inovação na sua prática profissional e também para a promoção da integração das áreas curriculares.

Em suma, os resultados sustentam a afirmação de que os conteúdos da ação de formação foram encarados favoravelmente e com interesse pelos participantes e que esta foi positivamente avaliada em termos da promoção de aprendizagens nos alunos e de desenvolvimento profissional dos participantes.

REFERÊNCIAS

Abrahams, I. Z., Millar, R., Whitehouse, M., Reiss, M., Amos, R. (2011*). Practical experiments in school science lessons and science field trips*. Report. London: Institute of Education University of London.

Allevato, N, & Vieira, G. (2016). Do ensino através da resolução de problemas abertos às investigações matemáticas: possibilidades para a aprendizagem. *Quadrante, 1*, 114-131.

Anderson, D., Lucas, K.B., & Ginnis, I.S. (2003). Theoretical Perspectives on Learning in an Informal Setting. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(2), 177-199.

Avraamidou, L. (2014). Developing a reform-minded science teaching identity: The role of informal science environments. *Journal of Science Teacher Education, 25*(7), 823-843.

Avraamidou, L., & Roth, W.-M. (2016). Prologue: Intersections of Formal and Informal Science. Lucy Avraamidou & Wolff-Michael Roth (Eds.), *Intersections of Formal and Informal Science* (pp. xvi-xxv). New York: Routledge.

Guskey, T. R., & Sparks, D. (2004). Linking Professional Development to Improvements in Student Learning. E. Guyton & J. R. Dangel (Eds.), *Research Linking Teacher Preparation and Student Performance. Teacher Education Yearbook XII* (pp. 11-21). Iowa: Kendall.

Lerman, S. (1996). Investigações: Para onde vamos? In Paulo Abrantes, Leonor Cunha Leal & João Pedro da Ponte (Orgs.), *Investigar para aprender matemática (textos selecionados)* (pp. 107-118). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Martins, I., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A., & Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental* (2.ª ed.). Lisboa: Ministério da Educação e Ciência, DGIDC.

Millar, R. (2010). Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness. Hatfield: Association for Science Education, University of York.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(4), 474-496.

Morentin, M., & Guisasola, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11*(3), 364-380.

National Council of Teachers of Mathematics (2014). *Princípios para a Ação. Assegurar a todos o sucesso em Matemática.* Lisboa: APM.

Osborne, J., & Dillon J. (2007). Research on learning in informal contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education, 29(*12), 1441-1445.

Paixão, F., Jorge, F. R. & Antunes, L. (2016). Articulação Ciência-Sociedade através do património artístico local – atividades e recursos didáticos centrados no Museu Cargaleiro. *Indagatio Didactica, 8*(1), 1322-1338.

Paixão, F., Jorge, F. R. & Martins, H. (2015). Práticas educativas de futuros professores do ensino básico em espaços da cidade - Reflexos no desenvolvimento profissional e inovação didática. In C. A. Gomes, M. Figueiredo, H. Ramalho & J. Rocha (Coord.), *Atas do XIII Congresso SPCE* (pp. 1082-1092). Viseu: ESE.

Paixão, F., Jorge, F. R. (2017). Formação inicial de professores através do recurso ao património artístico local relevando o trabalho experimental. *Enseñanza de las Ciencias, N.º Extraordinario*,1623-1629.

Paixão, F., Jorge, F. R., & Martins, H. (2019). Estratégia formativa contextualizada no meio local – valorização da aprendizagem dos alunos e perspetiva afetiva de futuros professores na prática. In J. Pinhal, F. Costa, & R. Faria (Orgs.), *A investigação, a formação, as políticas e as práticas em educação – 30 anos de AFIRSE em Portugal* (pp. 1076-1085). Lisboa: AFIRSE Portugal e Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Skayia A., Avraamidou, L., & Evagorou, M. (2019). How preservice teachers develop their personal philosophies about science teaching: The role of informal science approaches. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education, 2*(2), 71-84.

O CAULINO E SUA RELEVÂNCIA SOCIAL: UM CONTEXTO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Dorinda Rebelo[1,4], Maria João Pinto[2] & Alcina Mendes[3,4]

[1]Agrupamento de Escolas de Estarreja, Escola Secundária de Estarreja (PORTUGAL)
[2]Agrupamento de Escolas de Ovar Sul, Escola Júlio Dinis (PORTUGAL)
[3]Agrupamento de Escolas de Ílhavo, Escola Secundária Dr. João Carlos Celestino Gomes (PORTUGAL)
[4]CIDTFF da Universidade de Aveiro (PORTUGAL)
dorinda.rebelo@gmail.com

Resumo

A flexibilidade curricular coloca novos desafios aos professores, nomeadamente ao nível das estratégias de ensino e de aprendizagem e em relação aos conhecimentos que necessitam de mobilizar para as implementar. Exige, também, a exploração de conteúdos programáticos numa perspetiva interdisciplinar, por exemplo, através do desenvolvimento de Domínios de Autonomia Disciplinar (DAC). A exploração de interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), partindo de contextos reais e com significado para os alunos, ajuda a romper com lógicas de ensino centradas na abordagem de conceitos e a valorizar a interdisciplinaridade na educação em ciências.

Neste contexto, foi concebida e implementada uma ação de formação, na modalidade de curso (25 horas), contextualizada na exploração de caulino como matéria-prima usada na produção de cerâmicos (nomeadamente, porcelanas e azulejos) e sua relevância social. O programa de formação valorizou a indústria e o património da região, a interdisciplinaridade na educação em ciências, a diversidade de espaços de formação (sala de aula; empresa de exploração e tratamento do caulino; capela, museu e fábrica da Vista Alegre) e os saberes de diferentes profissionais (investigadores da UA, técnicos das empresas Motamineral-Minerais Industriais SA, em São Vicente Pereira Jusã e Fábrica e Museu da Vista Alegre); participaram professores de Física e Química e de Biologia e Geologia pertencentes a dois agrupamentos de Escolas do concelho de Ílhavo.

O estudo realizado centrou-se na situação de formação de professores supracitada e apresenta características de uma metodologia de investigação-ação. Teve como objetivo compreender o impacte do contexto formativo, centrado numa abordagem interdisciplinar de cariz CTSA, no desenvolvimento profissional dos professores participantes. Para a recolha de dados recorreu-se aos trabalhos produzidos no âmbito do formação (planificação de um DAC) e à reflexão crítica elaborada pelos 12 formandos.

A maior parte dos professores considerou que a formação contribuiu para aprofundar conhecimentos, bem como motivou e capacitou para o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares de conteúdos programáticos, nomeadamente não nível da conceção de DAC. Todos os participantes manifestaram intenção de implementar, no futuro próximo, projetos interdisciplinares de natureza CTSA, assim como mobilizar professores de outras áreas disciplinares na sua concretização. No entanto, reconheceram que este tipo de abordagem didática é complexa e a sua efetiva e continuada implementação letiva exige que as escolas reconheçam a necessidade de valorizar às práticas de trabalho colaborativo dos professores.

Palavras-chave: Formação de Professores; Educação em Ciências; Flexibilidade Curricular; Interdisciplinaridade.

INTRODUÇÃO

A aposta numa gestão mais autónoma e flexível dos currículos de ensino básico e secundário pelas escolas portuguesas, consagrada num conjunto de diplomas legais recentemente publicados[5], constitui-se como um repto de mudança para as práticas dos professores.

A compreensão das novas possibilidades e propostas, de gestão autónoma e de reorganização dos conteúdos e dos tempos letivos tradicionalmente afetos a cada disciplina, exige que todos os agentes envolvidos na operacionalização dos currículos desenvolvam processos de reflexão crítica sobre a adequação das opções que tradicionalmente são tomadas nas escolas. No caso particular dos professores impõe-se uma reflexão crítica das práticas de ensino e de avaliação, assim como das interações que possibilitam processo de articulação curricular vertical e horizontal, assim como de cooperação, colaboração e formação.

Na verdade, a consecução dos reptos colocados pelo novo enquadramento legal implica que os professores promovam uma exploração de conteúdos que perspetive uma visão interdisciplinar de ensino, nomeadamente através do desenvolvimento de Domínios de Autonomia Curricular, com vista a promover aprendizagens de qualidade, ou seja que sejam efetivamente significativas para os alunos.

Os desafios da flexibilidade curricular, assentes em práticas de articulação e de abordagens de natureza interdisciplinar, colocam os alunos no centro do processo educativo e vão ao encontro das mais recentes orientações para o ensino das ciências. Por outro lado, os desafios do ensino contextualizado das ciências e as abordagens que exploram relações recíprocas Ciências-Tecnologia-Sociedade-Ambiente são exemplos de referentes didáticos que apresentam congruência com as novas recomendações de gestão flexível do currículo.

A investigação em educação em ciências nas últimas três décadas, bem como diversos organismos internacionais, como a UNESCO, a OCDE, a União Europeia (consulte-se, por exemplo, Eurydice, 2011; OCDE, 2006; UNESCO, 2006) defendem que o ensino de ciências e de tecnologia deverá ser contextualizado em temáticas com relevância para os alunos, desde os primeiros anos até ao final da escolaridade obrigatória. Consideram, também, que o ensino contextualizado será uma via para assegurar que todos os estudantes estarão habilitados a usar o que aprenderam na tomada de decisões sobre situações envolvendo ciência e tecnologia, ao nível pessoal, social e global.

Martins & Mendes (2017), analisando a problemática da contextualização do ensino e das abordagens CTSA de ensino de ciências salientam que a formação de professores capazes de utilizar nas suas práticas os contextos como meio de compreensão de casos reais diversos (Gilbert, 2014) é altamente exigente, salientando que não será plausível esperar que *um professor que nunca aprendeu durante a sua formação a explorar contextos* […] *saiba como fazê-lo na sua atividade profissional* (p.174).

A investigação há muito vem salientando que o sucesso das reformas educativas depende do envolvimento ativo dos professores. As organizações supragovermanentais, como a OCDE, a UNESCO ou mesmo o Banco Mundial[6], reconhecem que os professores assumem um papel crucial nos sistemas educativos, na medida em que podem ser agentes de inovação e de mudança, visto as suas práticas determinarem a qualidade das metas educativas que se pretendam alcançar.

Na verdade, as consecuções de quaisquer mudanças curriculares preconizadas em novos documentos oficiais só irão influenciar as aprendizagens realizadas pelos alunos se os professores desenvolverem práticas capazes de transformar as novas orientações curriculares em novas experiências de aprendizagem (Abell, 2007; Nóvoa, 2007; UNESCO, 2004, entre outros). Há mais de dez anos, no documento Teachers Matter, a OCDE alertava os decisores políticos para a necessidade de perspetivarem o alcance das suas decisões sobre educação pensando que se os professores não participarem e não sentirem que a reforma também lhes pertence é praticamente impossível que qualquer mudança venha a ter sucesso (OCDE, 2005, p. 11).

[5] Nomeadamente: Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho; Portaria n.º 223-A/2018 de 3 de agosto; Portaria n.º 226-A/2018 de 31 de agosto.

[6] *The World Bank Group is working with countries to reform teacher professional development programs so that every classroom has a competent, empowered, and motivated teacher*. https://www.worldbank.org/en/topic/teachers

O desenvolvimento profissional dos professores é, pois, uma condição indispensável à introdução de inovações educativas. Esse desenvolvimento implica crescimento pessoal e profissional. Ou seja, oportunidades de crescimento em termos de conhecimento científico e didático, assim como no que respeita à transformação crítica de conceções e atitudes nas e sobre as práticas.

Pode considerar-se que não existem dúvidas acerca da importância dos programas de formação contínua de professores, no entanto a sua eficácia, conduzindo à implementação didática das inovações desejadas, só acontece quando o professor compreende o sentido das mudanças e quando tem oportunidade de se implicar na sua transposição didática. Sintetizando contributos da literatura Mendes (2013) salienta que a conceção dos programas de formação de professores deverá ter por base os seguintes pressupostos epistemológicos e pragmáticos: os professorem terão de sentir que as reformas educativas fazem sentido, o que implica conhecerem e compreenderem os seus fundamentos; os professores terão de sentir que as mudanças desejadas se afigurem globalmente coerentes, o que implica direcionar a reflexão para todas as componentes das suas práticas, nomeadamente as dimensões de ensino e de avaliação, para que as inovações não sejam vistas como um conjunto de elementos justapostos e dispersos que parecem poder ser simplesmente acrescentados às práticas que já existem. Para garantir esta compreensão e implicação, os programas de formação de professores não podem limitar-se a processos transmissivos realizados por especialistas, pois será essencial que o professor participe na construção do seu próprio conhecimento didático, através de oportunidades e de suporte formativo adequados. Importa, pois, que os programas de formação tenham em conta os seguintes aspetos essenciais: familiarizar os docentes com os conceitos de didática que são essenciais à compreensão das inovações que se pretendem implementar; desenvolver situações que promovam a reflexão e a análise crítica das próprias conceções e práticas dos professores; promover, incentivando e apoiando o ensaio de abordagens inovadoras, criticamente refletidas e devidamente supervisionadas por formadores.

Neste sentido, considera-se que o desenvolvimento profissional dos professores é de alta qualidade quando se centra em métodos ativos de formação, envolve um grupo de colegas e inclui atividades formativas que envolvem trabalho colaborativo, em grupo, ou pesquisas com outros professores. Esses esforços podem ajudar os professores a tornarem-se aprendizes ao longo da vida e a desenvolver-se profissionalmente (OCDE, 2017, 2019). A importância da construção colaborativa do conhecimento profissional dos professores e o papel fulcral dos pares nos processos de formação e desenvolvimento é reconhecido na literatura, sendo recentemente relembrado por Nóvoa, quando reitera que não será possível aprender a profissão docente sem a presença, o apoio e a colaboração dos outros professores (2019, p.6).

Não perdendo de vista o enfoque na educação em ciências, assim como o enquadramento didático de cariz CTSA acima preconizado, importa reconhecer que o desenvolvimento de intervenções de formação de professores de ciências focada nos desafios de flexibilização curricular se afigura bastante exigente.

O estudo que se apresenta tem como finalidade reportar e avaliar uma experiência de formação interdisciplinar ocorrida em Portugal, em 2019, envolvendo 12 professores de Biologia e Geologia e de Física e Química, com a duração de 25 horas, num enquadramento didático de cariz CTSA. Tratando-se de perspetivas inovadoras de educação em ciências e de currículo, as quais são bastante exigentes, conclui-se pela importância de desenvolver uma intervenção de formação de professores sincrónica, com as caraterísticas acima defendidas, focada em processos colaborativos e interdisciplinares de análise, reflexão das novas orientações preconizadas nos documentos curriculares, assim como desenvolver conceptualizações interdisciplinares e respetivas propostas de operacionalização didática.

METODOLOGIA

O estudo realizado foi de natureza qualitativa, centrou-se numa situação particular de formação contínua de professores, decorreu entre janeiro e abril de 2019 e envolveu 12 professores de diferentes especialidades (Biologia e Geologia e Física e Química), pertencentes a dois agrupamentos de escolas, localizados no mesmo concelho (Ílhavo, região de Aveiro). Foi adotada uma metodologia de investigação-ação, tendo os dados sido recolhidos pelas formadoras, com recurso a diferentes técnicas (observação participante e análise documental) e instrumentos (registos das formadoras, documentos elaborados pelos formandos), o que

permitiu a obtenção de dados descritivos representativos da diversidade de perspetivas dos formados.

Com este curso de formação pretendeu-se contribuir para uma reflexão mais aprofundada dos formandos acerca do papel que podem desempenhar na promoção de abordagens que valorizem a perspetiva CTSA e que utilizem contextos próximos das suas escolas, como locais de estudo promotores da interdisciplinaridade e facilitadores das aprendizagens dos alunos. Sublinha-se que as sessões decorreram num contexto formativo recomendado por diversos autores como, por exemplo, Korthagen (2010) ou Sá-Chaves (2011), procurando valorizar o trabalho em equipa.

As sessões de formação, além das formadoras, tiveram a presença de especialistas com diferentes formações académicas e experiências profissionais diversificadas (dois geólogos da Universidade de Aveiro e três técnicos especializados da Vista Alegre), por se considerar que o "olhar" destes técnicos sobre os conteúdos científicos podia ser uma mais-valia na formação dos professores (Sá-Chaves, 2011), promovendo uma melhor articulação entre as ciências experimentais (Geologia, Biologia, Química e Física), a Tecnologia e a Sociedade. Procurou-se, também, adotar estratégias que aproximassem a formação de professores da educação em ciências, alinhando os conteúdos e as atividades formativas com o currículo, sendo coerentes com os princípios que orientam os processos de ensino e aprendizagem. Assim, a formação contemplou várias etapas, a contextualização, a problematização e percursos formativos.

Contextualização e problematização

Por se considerar que a orientação CTSA permite a integração da dimensão social da ciência e da tecnologia no ensino das ciências, facilitando a conexão entre a ciência e o mundo real, bem como uma melhor compreensão da natureza da ciência e da tecnociência contemporâneas (Acevedo-Díaz, 2004, entre outros), selecionou-se como contexto da formação "O caulino e sua relevância social". Este contexto foi selecionado por ser familiar aos formandos, ser fácil de adaptar para o contexto educativo, propiciar a abordagem das ciências experimentais numa perspetiva interdisciplinar, nomeadamente através do desenvolvimento de DAC. O contexto selecionado suscitou a formulação de questões como, por exemplo, "Como ensinar ciências integrando saberes de várias disciplinas? Quais as potencialidades do caulino (exploração, transformação e utilização) como contexto de ensino e aprendizagem, no âmbito da autonomia e flexibilidade curricular?". A contextualização e a problematização foram, assim, assumidas como etapas importantes no processo formativo, na medida em que contribuíram para o envolvimento dos formandos no seu percurso formativo.

Percursos formativos

O programa de formação decorreu ao longo de seis sessões articuladas entre si, em que foram abordados conteúdos diversificados e utilizados diferentes ambientes formativos (exploração de caulino; Fábrica da Vista Alegre, museu e capela; ruas da Cidade de ílhavo, sala de aula). As metodologias adotadas enquadram-se numa prática reflexiva de orientação crítica e contemplaram atividades diversificadas, realizadas em pequeno grupo e em plenário.

Na tabela 1 apresentam-se os conteúdos explorados em cada uma das sessões de formação, sua duração e intervenientes como formadores.

As visitas realizadas à exploração de caulino (Figuras 1 e 2) e à Vista Alegre (Figuras 3 e 4), à semelhança do que se preconiza para os alunos, foram orientadas por um guião; precedidas de uma preparação, onde foram apresentados e discutidos os objetivos da saída, a metodologia a adotar e dado a conhecer o local a visitar; e seguidas de uma reflexão sobre as experiências vivenciadas.

Tabela 1. Caraterização das sessões de formação

Sessões	Formadoras/ Especialistas	Conteúdos da formação
1ª Sessão (3,5h)	Formadoras	*Conceptualização didática dos programas e Aprendizagens Essenciais* A interdisciplinaridade e a perspetiva CTSA no contexto da Formação Contínua: desafios e constrangimentos. *Exploração e tratamento de Recursos Geológicos: preparação da visita a uma exploração de caulino*
2ª Sessão (5h)	Formadoras Geólogos da UA Técnico da exploração visitada	Visita à exploração de caulino de São Vicente Pereira Jusã - um contexto para a implementação de projetos interdisciplinares (DAC).
3ª Sessão (4h)	Formadoras	Reflexão e discussão sobre a pertinência da visita realizada para a abordagem curricular de conteúdos de ciências numa perspetiva interdisciplinar. O caulino: importância social e potencialidades educacionais. Os recursos geológicos na construção e ornamentação. Preparação da visita à Vista Alegre
4ª Sessão (5h)	Formadoras Técnicos especializados da Vista Alegre	Visita à fábrica da Vista Alegre, Museu e Capela Reflexão e discussão sobre a pertinência do local visitado e da informação recolhida para a abordagem curricular de conteúdos de ciências numa perspetiva interdisciplinar.
5ª Sessão (4h)	Formadoras	Apresentação e discussão do DAC “Aprender ciências na Rota dos Azulejos”. Preparação da saída de campo ao Centro de Ílhavo. Realização da saída de campo Planificação de um projeto interdisciplinar (DAC) que valorize a perspetiva CTSA no ensino das ciências.
6ª Sessão (3,5h)	Formadoras	Apresentação e discussão dos projetos elaborados pelos formandos, em plenário. Reflexão individual e balanço da formação.

Com estas visitas pretendeu-se proporcionar um ambiente de formação que permitisse aos formandos conhecer perspetivas, saberes e experiências de especialistas com diferentes formações; aprofundar saberes científicos, técnicos e tecnológicos associados à exploração de recursos geológicos e suas implicações sociais e ambientais, bem como relacionados com a sua utilização.

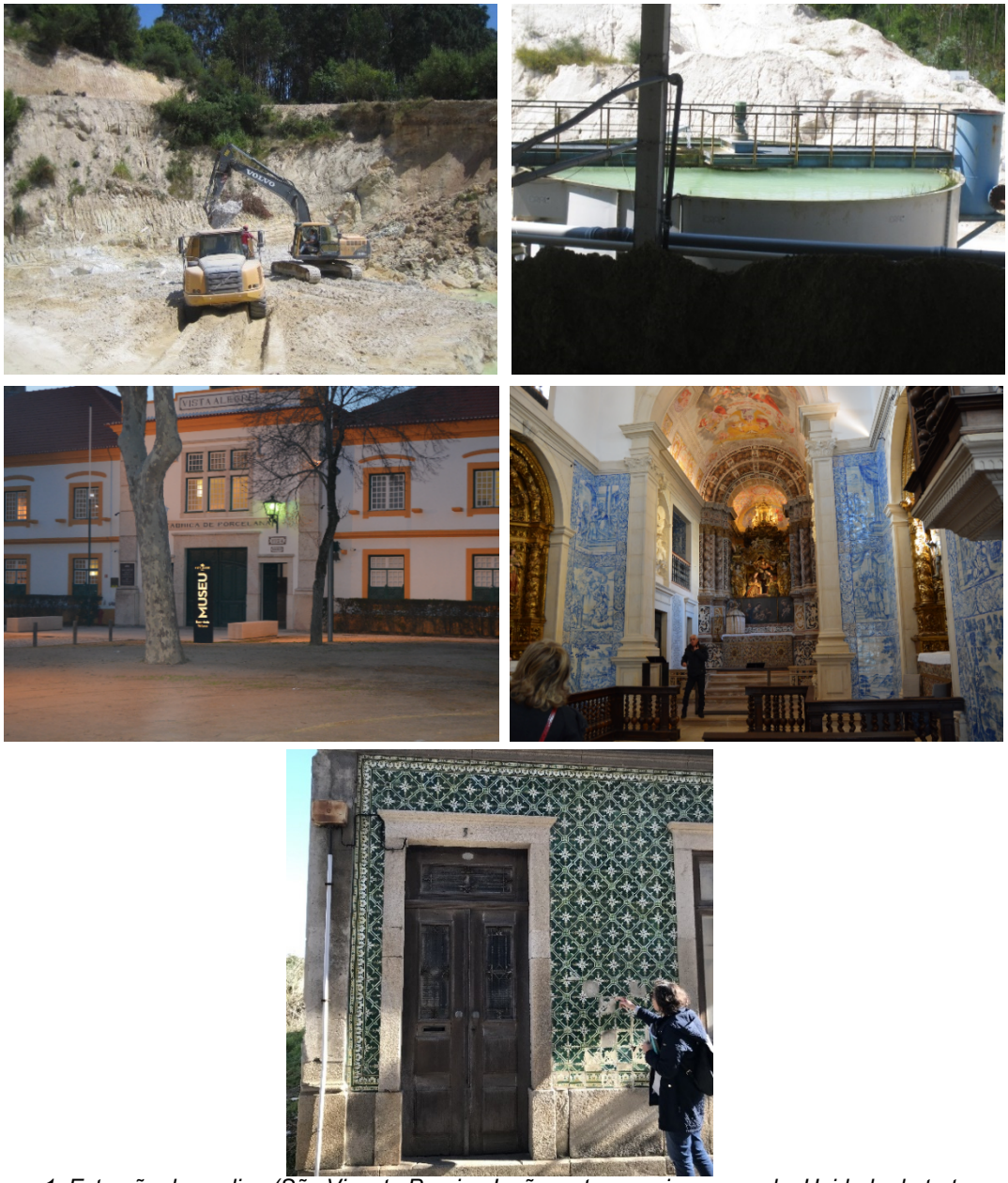


Figura 1. Extração de caulino (São Vicente Pereira Jusã, canto superior esquerdo, Unidade de tratamento de caulino (São Vicente Pereira Jusã) (extração), canto superior direito, Entrada da fábrica e Museu da Vista Alegre, canto inferior esquerdo, Capela da Vista Alegre, canto inferior direito, Azulejos de fachada na Cidade de Ílhavo, fotografia inferior.

Com a visita ao Centro da cidade de Ílhavo, pretendeu-se discutir as potencialidades educacionais do local visitado e refletir sobre procedimentos que possam contribuir para a conceção e implementação de materiais curriculares de matriz CTSA, para o local visitado.

Na formação os professores-formandos produziram vários documentos, dos quais se destacam a planificação de um Domínio de Autonomia Curricular e a reflexão crítica individual sobre o percurso formativo vivenciado.

RESULTADOS

Os resultados que se apresentam nesta secção resultam da análise de conteúdo dos documentos produzidos pelos formandos durante a formação e da reflexão escrita que elaboraram no final, em que expressaram a sua opinião em relação aos seguintes aspetos: i) motivos de interesse na ação de formação; ii) apreciação crítica das vertentes teórica e prática

da ação; iii) trabalho realizado durante a formação; iii) dificuldades sentidas e perspetivas de superação; iv) apreciação global da ação de formação (satisfação em relação às expetativas, pertinência no contexto da autonomia e flexibilidade curricular e implicações da ação na mudança de práticas). Assim, decorrente da análise de conteúdo dos documentos, podem destacar-se os aspetos que a seguir se apresentam.

No que se refere aos motivos de interesse na ação de formação, a maioria dos formandos refere: a aquisição de conhecimentos científicos e didáticos; a valorização do trabalho colaborativo; a importância que reconhecem à interdisciplinaridade e ao trabalho prático para promover aprendizagens contextualizadas numa perspetiva CTSA, perspetivando a melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos, face aos desafios que a Autonomia e Flexibilidade Curricular.

Na apreciação crítica das vertentes teórica e prática do curso de formação, os formandos referem como aspetos a destacar: a fundamentação científica acerca do modo como se pode efetivar a interdisciplinaridade nas ciências experimentais, valorizando o trabalho prático, a perspetiva CTSA e as atividades em ambientes exteriores à sala de aula; a visita a locais que ajudaram a compreender os aspetos associados à exploração do caulino (visita à exploração do caulino de São Vicente Pereira), à transformação de recursos geológicos (Fábrica da Vista Alegre) e ao conhecimento de um percurso pedestre na Cidade de Ílhavo, em que os azulejos de fachada assumem um papel de destaque, reconhecendo as potencialidades pedagógicas destes contextos. Valorizaram também o facto de as saídas realizadas terem sido orientadas por um guião e terem sido integradas no processo formativo, permitindo integrar as componentes teórica e prática de uma forma bastante natural.

Relativamente ao trabalho realizado durante a formação, os formandos destacam as temáticas abordadas nas sessões teóricas, onde foram abordados conteúdos científicos relativos à exploração de recursos geológicos (ex.: caulino) e à transformação e utilização dos mesmos no fabrico de materiais cerâmicos (ex.: azulejos), bem como a preparação das saídas de campo. Destacam, também, as dinâmicas implementadas nas sessões de formação, nomeadamente o trabalho de grupo, as discussões em plenário e a partilha e o debate de ideias entre os formandos e as formadoras/especialistas. A partilha de materiais didáticos pelas formadoras é, também, um aspeto muito valorizado pelos formandos, pois reconhecem que poderão ser adaptados para o contexto educativo.

Quanto às dificuldades sentidas, os formandos apontaram dificuldades extrínsecas e intrínsecas. Como extrínsecas apontam as condições meteorológicas, por terem dificultado a visita à pedreira, e o ruído, por ter condicionado a recolha de informação nos ambientes exteriores à sala de aula. Em relação às intrínsecas, os formandos referem, por exemplo, a apropriação das aprendizagens desenvolvidas nos ambientes exteriores à escola e a sua transposição para o contexto educativo, nomeadamente na construção de DAC. Na perspetiva dos formandos, as dificuldades extrínsecas permitem antecipar obstáculos que podem condicionar a atividade dos alunos nesses contextos educativos.

Numa apreciação global, todos os formandos consideram que esta formação superou muito as suas expetativas contribuindo para aprofundar conhecimentos e para uma maior sensibilização e motivação de todos para a importância da interdisciplinaridade e da perspetiva CTSA no contexto da autonomia e flexibilidade curricular e para as aprendizagens em contexto. Tornou-se, também, facilitadora da troca de experiências que advieram das distintas áreas de formação dos formandos - Biologia, Geologia, Física e Química, promoveu a reflexão conjunta, o esclarecimento de dúvidas e a utilização de materiais didáticos inovadores, que utilizam contextos de aprendizagem que propiciam a interdisciplinaridade e facilitam a promoção da educação para a cidadania, indo ao encontro do verdadeiro espírito dos cursos de formação contínua de, para e com professores.

Tendo em conta os indicadores obtidos, a partir da forma como os formandos reagiram no decorrer deste curso de formação e como se manifestaram nas reflexões escritas individuais, considera-se que a conceção e a implementação de materiais didáticos numa perspetiva interdisciplinar, que integrem atividades práticas diversificadas para distintos espaços de aprendizagem (sala de aula, laboratório, AESA, espaço virtual), articuladas entre si e concebidas numa perspetiva CTSA e que valorize a interdisciplinaridade, pode desempenhar um papel fulcral no ensino e na aprendizagem dos alunos e na promoção da educação para a cidadania, ao permitirem desenvolver DAC que promovem a capacidade de resolução de problemas, atitudes

e competências que contribuam para uma melhoria significativa da qualidade das aprendizagens dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que é necessário que os professores continuem a aderir a cursos de formação contínua e se envolvam em projetos de investigação-ação-reflexão, de modo a que possam tomar consciência da necessidade de abertura a novas orientações de ensino e de aprendizagem. Orientações essas que valorizem um maior conhecimento das regiões onde as escolas se encontram integradas, que promovam o estudo dos recursos naturais aí existentes e a sua exploração, transformação e utilização e que contribuam para a implementação de atividades numa perspetiva interdisciplinar e que valorizem a perspetiva CTSA.

Considera-se, também, que a modalidade interdisciplinar assumida neste curso de formação, e que procurou derrubar as barreiras disciplinares existentes entre diferentes especialidades docentes – Biologia e Geologia e Física e Química, deve ser estendida a professores de outros grupos disciplinares, preferencialmente a lecionarem na mesma escola. É necessário, ainda, que nas escolas se criem espaços de reflexão e de discussão que contribuam, através da troca de experiências entre os professores, independentemente do grupo disciplinar, e que sejam consequentes no enriquecimento das práticas pedagógicas de todos os docentes. Que contribuam, também, para o desenvolvimento de competências científicas, disciplinares e interdisciplinares e de competências didáticas necessárias à conceção e implementação de novos materiais didáticos, sustentados em perspetivas CTSA, e que possam potenciar a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de todas as áreas do saber.

Neste contexto, considera-se que a Autonomia e Flexibilidade Curricular, preconizada no atual quadro legal em Portugal, legítima e promove as dinâmicas de trabalho como as adotadas na formação e a planificação e implementação de DAC que valorizem o contexto em que as escolas se inserem.

REFERÊNCIAS

Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Acevedo-Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de le enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia*s, *1*(1), 3-16.

Eurydice. (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency.

Gilbert, J. K. (2014). Science education through contexts: is it worth the effort? In M. Watts (ed.) *Debates in Science Education* (pp. 145-157). Oxon, NY: Routledge.

Korthagen, J. (2010). La práctica, la teoría y la persona en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 24(2), 83-101.

Martins, I. P. & Mendes, A. (2017). Contextualized Science Teaching and the STS Approach. In L. Leite, et al. (Editors), *Contextualizing Teaching to Improve Learning – The case of science and geography* (pp. 165-181). New York: Nova Science Publishers, Inc.

Mendes, A. (2013). *Perfil de Ensino do Professor de Ciências: Concetualização e Validação* (Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Aveiro, Portugal). Retrieved from http://ria.ua.pt/ handle/10773/11486?mode=full

Nóvoa, A. (2007). *O regresso dos professores*. Comunicação apresentada na conferência promovida pela Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia, intitulada Desenvolvimento profissional de professores para a qualidade e para a equidade da Aprendizagem ao longo da Vida, Lisboa.

Nóvoa, A. (2019). Os Professores e a sua Formação num Tempo de Metamorfose da Escola. *Educação & Realidade*, *44*(3), e84910. :doi:10.1590/2175-623684910

OCDE (2005). *Teachers Matter: Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers*. Paris: OCDE. Retrieved from https://tinyurl.com/t96xffk

OCDE (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies - Policy Report*. Paris: OCDE. Retrieved from http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf

OECD (2017), "En quoi le développement professionnel peut-il améliorer les pratiques des enseignants en classe ?", *L'enseignement à la loupe, 16.* doi:10.1787/2745d679-en

OECD (2019). How teachers update their teaching skills to cope with the rapidly changing world, *Teaching in Focus, 28*. doi:10.1787/282b9edd-en

Sá-Chaves, I. (2011). *Formação, conhecimento e supervisão: contributos nas áreas da formação de professores e de outros profissionais* (3 ed.). Aveiro: Universidade de Aveiro

UNESCO (2004). *EFA Global Monitoring Report 2005. Education for All: The Quality Imperative*. Paris: UNESCO.

UNESCO (2006). Science, Citizenship and Values – keystone to a realistic, pragmatic approach to science education: A Historical Perspective. *Connect - UNESCO International Science, technology & Environmental Education Newsletter*, 31(3/4), 1-6.

07. Currículo e políticas educativas em Educação em Ciências | Currículum y políticas educativas en Educación en Ciencias | Curriculum and Educational Policies in Science Education

DESENVOLVIMENTO SÓCIO PEDAGÓGICO DO CURRÍCULO DA CIDADE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL NA CIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL

Rosely Imbernon[1], Elen Faht[1], Fabiana Pioker-Hara[1], Cíntia Kamura[2], Luci de Miranda[2]

[1]Escola de Artes Ciências e Humanidades – EACH – Universidade de São Paulo (BRASIL)
[2]Diretoria de Ensino Penha – DRE-Penha – Divisão Pedagógica – DIPED - Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (BRASIL)
imbernon@usp.br

Resumo

A Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, Brasil, adotou o Currículo da Cidade para o Ensino Fundamental, proposto em 2017, para implementação efetiva em 2018, que alinha as orientações curriculares do Município de São Paulo à nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC). As novas diretrizes curriculares envolvem discussões e objetivos que visam ao desenvolvimento integral dos estudantes, ao fortalecimento das políticas de equidade e à educação inclusiva, e pretende garantir as condições necessárias para que sejam assegurados os direitos de aprendizagem e desenvolvimento a todas as crianças e aos adolescentes, respeitando suas realidades socioeconômica, cultural, étnico-racial e geográfica. Essa diversidade não é no sentido de que cada estudante poderia aprender conteúdos diferentes, mas sim, aprender conteúdos de diferentes maneiras. O Currículo da Cidade de São Paulo incorporou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da ONU, na abordagem dos conteúdos disciplinares, que devem ser focados interdisciplinarmente. Em parceria entre a Escola de rates, Ciências e Humanidades - EACH-USP e a Diretoria Regional de Ensino - DRE-Penha, a partir do método de avaliação da prática docente por meio da base de conhecimento, denominada como Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), foram realizadas atividades de formação continuada dos professores em 2018, na qual utilizamos metodologias ativas de ensino, em atividades de experimentação e resolução de problemas, para envolver os professores em práticas educativas que associassem conteúdos e contexto, na perspectiva de alguns ODSs da Agenda 2030. As oficinas abordaram o tema PERMEABILIDADE DO SOLO, conteúdo do ensino fundamental 2 (7º, 8º e 9º anos), e utilizaram materiais de baixo custo. Os professores participantes indicaram para a prática apresentada a possibilidade de utilizar temas que se relacionam com os ODS 11 (cidades e comunidade sustentáveis) e 13 (ação contra a mudança global do clima).

Palavras-chave: Currículo em Megacidades; Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), políticas educativas.

INTRODUÇÃO

De acordo com Krasilchik (2000) o ensino de Ciências Naturais no Brasil teve, para além da influência dos avanços científico e tecnológico de cada período, a influência dos contextos histórico, político e econômico, que de forma direta influenciaram os caminhos dos currículos escolares.

De fato, o currículo em Ciências Naturais no país buscou acompanhar os avanços científicos e tecnológicos mundiais. Entretanto, é no processo ensino-aprendizagem que ainda encontramos uma questão que busca respostas: como ensinar Ciências?

Para que o ensino de Ciências Naturais seja efetivamente construído pelos alunos, e os conteúdos plenamente compreendidos, é necessário que o professor adote distintas estratégias metodológicas e instrumentais (Bizzo, 2012), que lhe permitam identificar, no universo fragmentado do conhecimento dos seus alunos, elementos que permitam essa integração entre os conteúdos científicos abordados em sala de aula e seu cotidiano, incentivando-os e motivando-os para uma visão total da Ciência.

Assim, o ensino de Ciências, de forma expositiva e dogmática, não se configura na realidade cotidiana, pois o aluno recebe milhares de informações e conteúdos em velocidade e quantidade superiores àquelas que a escola, ou o próprio professor, podem lhe proporcionar.

Ao nos remetermos à última década do século XX, como referência temporal, verificaremos que, não obstante os grandes avanços tecnológicos e científicos, a globalização das informações e da comunicação, ainda há um grande abismo entre o conhecimento científico e a sociedade em geral (Imbernon et al.2009).

De fato, em um estudo sobre a percepção da Ciência e Tecnologia no Brasil, realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (Izique, 2007), o autor apontou que somente 46% dos entrevistados responderam afirmativamente que a ciência e tecnologia trazem mais vantagens que desvantagens à sociedade. De acordo com o estudo citado acima, os domínios científicos prioritários são formados pelas tecnologias na área de medicina (72%), agricultura (52%) e energia solar (37%), e em geral, os brasileiros demonstraram dificuldade na compreensão dos objetivos científicos, pois 37% dos entrevistados não os compreendem e 14% não gostam dos temas abordados.

Tais dados indicam que esse cenário reflete problemas no ensino, na divulgação e na comunicação científica, e que produzem um analfabetismo científico no país.

De fato, os resultados de alunos brasileiro no PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, uma iniciativa de avaliação comparada, coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), aplicada desde 2000 com recorrência a cada 3 anos, tem demonstrado pelos alunos brasileiros baixos resultados. A prova, aplicada de forma amostral a estudantes matriculados a partir do 7º ano do ensino fundamental na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países, apresentou um aumento significativo de alunos brasileiros participantes ao longo dos anos, sem, no entanto, apresentar um melhor desempenho de nossos jovens (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados do Brasil no PISA desde 2000 até 2015 (INEP)

Dados	**2000**	**2003**	**2006**	**2009**	**2012**	**2015** [1]
Participantes	4.893	4.452	9.295	20.127	19.204	23.141
Leitura	396	403	393	412	407	407
Matemática		356	370	386	389	377
Ciências			390	405	402	401

[1] Em 2015, no país estimou-se a avaliação de aproximadamente 32 mil alunos em 964 escolas. Nesse ano a avaliação se deu 100% em computador e abrangeu as áreas de Ciências, Matemática, Leitura, Resolução Colaborativa de Problemas e Competência Financeira.

Em reportagem recentemente publicada pela revista brasileira Veja (edição 2597 nº 35 de 29 de agosto de 2018), o físico alemão Andreas Schleicher, coordenador do PISA há mais de 10 anos, ratificou suas observações de 2008, quando analisou o baixo desempenho dos estudantes brasileiros, apontando que a ***cultura da memorização ainda é uma marca dos alunos brasileiros***. O coordenador do PISA afirma, ainda, que falta aos estudantes brasileiros desenvolver a capacidade de abstração, de conectar conceitos e compreender como eles ajudam a elucidar problemas concretos: ***isso era visível há dez anos e continua assim.***

Ainda segundo Andreas Schleicher, ***em países de alto desempenho, o aluno não aprende um monte de fatos científicos, mas a pensar como cientista. Em vez de guardar nomes e datas, ele desenvolve olho de historiador***.

Conforme apontam alguns autores, que utilizam a expressão “modelo de déficit” que se refere a uma série de considerações gerais sobre a interação entre ciência e sociedade (Rodarl & Merzagora, 2007), o Brasil apresenta uma grande deficiência em Ciências Naturais e Matemática, embora alguns casos extremos positivos sejam identificados.

Esse “modelo” aponta a comunidade científica como a fonte – a censora – das informações que são transmitidas ao público, numa via de mão única. Consequentemente, o analfabetismo científico, ou seja, a ignorância do público sobre temas científicos seria um dos fatores da falta de participação do cidadão no processo decisório que envolve aspectos do desenvolvimento científico, tais como as questões da bioética, por exemplo, entre tantas outras.

Consideramos que é no ensino fundamental do Brasil, principalmente entre o 6º e 9º anos, que a grande maioria dos estudantes (futuros cidadãos) tem o primeiro contato intensivo com a Ciência de nossa época, e para uma grande parcela da população será, também, o único momento desse convívio com esse conhecimento científico.

Partindo-se desta constatação, podemos afirmar que a maneira de abordar e trabalhar com esses saberes sistematizados, e, portanto, a própria forma de sua organização e apresentação, requer uma prática educativa em que não somente conteúdos teóricos sejam abordados, mas que o método científico faça parte das estratégias de ensino realizadas pelo professor (Imbernon et al. 2009).

Quando tratamos do ensino de Ciências da Natureza e Matemática, a falta de preparação específica dos professores para relacionar os diferentes saberes, buscando integrar o conhecimento científico e matemático ao cotidiano do aluno através da prática educativa, tem indicado um grande distanciamento entre o ensino observado regularmente na escola e a apropriação do conhecimento científico, necessário para formação de um cidadão crítico e participativo.

No Brasil, entre as décadas de 1950 e 60, o analfabetismo era de 50%, aproximadamente, e os gastos com educação da ordem de 1,4% do Produto Interno Bruto – PIB. Em 1983, a emenda constitucional 24/1983 ampliou para 13% dos impostos da União e 255 dos estados e municípios para a manutenção e desenvolvimento do ensino.

Em 1988, a Constituição Federal ampliou a obrigatoriedade da União para 18% dos impostos arrecadados para a educação, e esse percentual tem se elevado.

No final do século XX a universalização do ensino fundamental foi a tônica política da educação do governo federal. Mas, na primeira década do século XXI, programas de reestruturação ampliaram o número de universidade públicas sem, no entanto, proverem o aparelhamento adequado, além de fomentar o ensino superior por meio da concessão de bolsas e financiamento estudantil.

Embora os indicadores sejam positivos: a taxa de analfabetismo foi reduzida para 7% em 2017; crianças entre 7 a 14 anos, em sua maioria, estão na escola; o Brasil ainda convive com indicadores pobres, quando comparados aos países vizinhos do Mercosul.

Quando nos remetemos às avaliações internas, como a Prova Brasil, por exemplo, percebemos que o desempenho de nossos alunos está bem abaixo das metas propostas pelo governo federal.

A desigualdade de aprendizado entre alunos de escolas públicas brasileiras foi analisada em pesquisa da UNESCO, que demonstrou que a distribuição dos alunos por níveis de aprendizado no Brasil e segundo as unidades da federação permite identificar a situação de exclusão intraescolar, traduzida pelo aprendizado abaixo do básico das competências avaliadas (UNESCO, 2017). O estudo demonstrou que em todas as edições da Prova Brasil, tanto para o 5º quanto para o 9º ano, em leitura e matemática, os alunos se concentram mais no nível básico, ainda apontando como agravante que a proporção de alunos no nível abaixo do básico é sempre muito alta.

Houve uma queda da parcela de alunos no nível abaixo do básico quando são comparadas as edições de 2007 e 2013 da Prova Brasil. Essa redução foi mais expressiva para o 5º ano do que para o 9º ano, principalmente em matemática. Salientamos que, entre 2011 e 2013, o percentual de alunos no nível abaixo do básico em leitura estagnou, já em matemática, esse percentual aumentou (UNECO, 2017). De fato, segundo Soares (2009 apud UNESCO, 2017) seria aceitável apenas 5% dos alunos no nível abaixo do básico, quando em uma distribuição ideal de proficiências, e esses alunos necessitariam de atenção para que seu futuro não fosse comprometido.

Assim, o estudo aponta um fato preocupante, que haja um percentual tão alto de alunos brasileiros excluídos do direito de aprender.

A pesquisa ainda faz uma análise em função do sexo, cor, atraso, nível socioeconômico (NSE), hábitos de leitura, e envolvimento dos pais, sintetizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Síntese das desigualdades de aprendizado entre alunos das escolas públicas brasileiras: evidências da Prova Brasil (2007 a 2013) (UNESCO, 2017)

Análise	Resultados Prova Brasil entre 2007 e 2013
Sexo	Na proficiência em leitura as meninas estão menos concentradas no nível abaixo do básico. A partir de 2007 a 2013 as meninas avançam em relação aos meninos. Em Matemática e Ciências, no percentil mais alto da distribuição de proficiência os meninos sempre são melhores que as meninas.
Cor	A pesquisa seguiu o padrão das pesquisas demográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, apresentando no questionário 5 categorias: branco, pardo, preto, amarelo, indígena. No entanto, somente as 3 primeiras categorias foram analisadas, devido ao pequeno percentual de amarelos e indígenas (5%). Os alunos autodeclarados pretos estão concentrados abaixo do básico de aprendizado em leitura, quando comparados com os autodeclarados pardos ou brancos. Embora entre 2007 e 2013 tenha ocorrido uma redução dos alunos no nível abaixo do básico em todos os grupos, os alunos autodeclarados pretos permanecem com percentual elevado. Em Matemática o padrão de distribuição é semelhante ao visto para leitura. Uma observação, é que para o 9º ano os alunos autodeclarados pretos, que estão no nível abaixo do básico de proficiência em Matemática soma mais de 40%.
Atraso [1]	Os alunos com 1 ou mais anos de atraso estão mais concentrados nos níveis mais baixos de proficiência em leitura, quando comparados aos alunos sem atraso. Em Matemática o mesmo padrão se repete, porém, os percentuais de alunos com atraso nos níveis básico e abaixo do básico são muito altos em todas as edições da Prova Brasil, tanto no 5º quando no 9º ano do ensino fundamental.
NSE [2]	O fator NSE foi categorizado em quartis para essa análise, sendo o 1º quartil um escore de NSE com valores mais baixos, e o último quartil, com os escores de NSE mais altos, e duas categorias intermediárias. Em aprendizado em leitura há uma maior concentração de alunos no nível abaixo do básico no quartil inferior e a proporção diminui com a melhora da condição SNE. Em Matemática o mesmo fenômeno se observa, a proporção de alunos no nível abaixo do básico é maior entre os alunos do 1º quartil, o percentual de alunos com proficiência abaixo do básico diminui, tanto no 5º quanto no 9º ao, e as diferenças entre os grupos de menos NSE e de maior NSE aumentaram no 5º mas diminuíram no 9º ano.
Hábitos de leitura [3]	A leitura é uma competência fundamental e constitui uma das dimensões do letramento, que é resultado da ação de ensinar ou de aprender a ler e escrever: o estado ou a condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência da apropriação da escrita (Soares, 1999 p. 18). É a inserção da leitura e da escrita nas práticas sociais que distingue o letramento do alfabetismo, uma tecnologia (o ler junto com o escrever), ainda que este domínio faça parte daquele. Os resultados são compatíveis com os hábitos de leitura da família, mais altos em famílias que leem, e mais baixos em famílias que não leem.
Envolvimento dos pais[4]	De acordo com Colemann (2000), o capital humano dos pais apresenta potencial de ganho para a educação dos filhos, mas essa vantagem familiar se concretiza somente se esses pais de fato convivem com seus filhos: *se o capital humano dos pais não for complementado pelo capital social intrínseco às relações familiares, a escolaridade dos pais será irrelevante para a trajetória educacional do filho*. Para alunos do 5º ano a proporção no nível abaixo do básico em leitura é maior para baixos escores de envolvimento dos pais em 2007 em relação aos alunos com escores elevados de envolvimento dos pais. Em 2013, embora uma redução no percentual de aluno abaixo do básico, o grupo com baixos escores aumentou em relação ao grupo com escores elevados. Para o 9º ano semelhante fenômeno foi observado. Para o nível de aprendizado de Matemática o envolvimento dos pais mostrou-se semelhante ao observado para a leitura.

[1] é definido como a diferença em anos entre a idade do aluno e a idade esperada para uma trajetória regular;
[2] é o fator mais importante na pesquisa educacional (Forquin 1995), entretanto não se encontra na literatura uma definição consensual sobre esse constructo e como deve ser medido empiricamente (Pastore & Silva, 2000; Neri, 2012);
[3] Alves et al. (2013) apontam a importância da leitura no cotidiano familiar para preparar e facilitar os alunos para as exigências do ambiente escolar;
[4] Esse fator é inspirado no conceito de "capital social" (Colemann, 2000), que descreve as relações entre indivíduo dentro de uma família e na comunidade – que facilitam o desenvolvimento intelectual dos filhos.

A partir dos dados, observa-se a necessidade de estratégias de ensino que permitam desenvolver o aprender a aprender, pois verifica-se que um fator impeditivo do aprendizado está claramente associado a problemas como o alfabetismo e a tecnologia do "ler e escrever". Desta forma, o professor deve desenvolver em sala de aula, para além do conhecimento teórico, estratégias que permitem ao aluno o desenvolvimento da apreensão da leitura e as formas pelas quais ele (aluno) pode expressar por meio da escrita (ideias, observações, reflexões, conclusões, etc.) o que observa ao seu redor.

Segundo a pesquisa da UNESCO (2017) sobre a "Desigualdades de aprendizado entre alunos das escolas públicas brasileiras: Evidências da Prova Brasil (2007 a 2013)", dois efeitos podem ser considerados para a classificação das escolas públicas brasileiras:

Efeito 1 - que traduz a capacidade de determinada escola em diminuir as chances de seus alunos estarem no nível abaixo do básico;

Efeito 2 - que estima as chances de um aluno estar no nível adequado em relação a estar no nível básico.

De fato, o efeito 1 indica ***a capacidade de a escola garantir o direito básico à educação*, o que expressa a *capacidade de uma determinada escola diminuir a probabilidade de seus alunos permanecerem em situação de exclusão de aprendizado***. Para o efeito 2, interpreta-se como a ***capacidade da escola de garantir que seus alunos estão preparados para dar continuidade aos estudos, ter uma trajetória escolar regular que lhes garanta uma vida adulta produtiva e o exercício da cidadania*** (UNESCO, 2017).

Com base no estudo, observou-se uma tendência dos efeitos 1 e 2, tanto em leitura quanto em matemática, de queda a partir de 2011. De 2007 para 2009, os dois efeitos aumentaram; diminuíram em 2011; e, em 2013, diminuíram ainda mais.

As conclusões do estudo apontam que quando ocorre um controle, com base nas diferenças socioeconômicas e demográficas dos alunos, ao longo do tempo as escolas reduziram sua capacidade de retirar os alunos da exclusão e de mantê-los no nível de adequação. A proporção de alunos com proficiência considerada adequada aumentou ao longo dos anos pesquisados para o 5º ano do ensino fundamental e estagnaram a partir de 2009 para o 9º ano (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2015).

A partir dos resultados obtidos, observa-se que, embora uma pequena evolução das proficiências seja observada, os efeitos das escolas vêm diminuindo. Tal evolução, segundo os autores, seria um indicativo que essa mudança poderia ter ocorrido em função da melhoria das condições de vida e do rendimento das famílias, observado na primeira década do século XXI.

Porém, ao analisarmos a trajetórias dos efeitos das escolas entre 2007 a 2013 nas edições da Prova Brasil (analisadas 68.161 escolas), o estudo contabilizou as trajetórias desses sinais e as classificou em oito tipos.

Dentre as escolas categorizadas, temos as escolas que possuem trajetória "consistentemente positivas", cujos efeitos são positivos ao longo das quatro edições da Prova Brasil, e no outro extremo, escolas cujos efeitos foram negativos ao longo das quatro edições, denominadas "consistentemente negativa".

Entre esses dois extremos de categorias, temos as escolas que possuíam efeitos negativos em 2007 ou que não participaram do teste neste ano específico, mas que possuíam efeitos positivos em 2009, 2011 e 2013, foram classificadas como trajetória "positiva nas três últimas edições". Foram classificadas como trajetória "negativa nas três últimas edições" as escolas que possuíam efeitos positivos em 2007 ou que não participaram do teste neste ano, mas que tiveram efeitos negativos nas três últimas edições da prova. As escolas que apresentaram efeitos negativos ou que não participaram do teste em 2007e 2009, mas que apresentaram efeitos positivos em 2011 e 2013, foram classificadas como trajetória "positiva nas duas últimas edições". Já as escolas que apresentaram efeitos positivos ou que não participaram do teste em 2007 e 2009, mas que apresentaram efeitos negativos em 2011 e 2013, foram classificadas como trajetória "negativa nas duas últimas edições" (UNESCO, 2017).

O estudo considerou na categoria "sem padrão" as escolas para as quais os sinais dos efeitos não seguem uma regularidade; e as escolas que não participaram da última edição do teste foram classificadas na categoria "sem observação em 2013".

Assim, a síntese do estudo apontou que em leitura, 15,5% do total de escolas apresentou efeitos do tipo 1 consistentemente positivos e 17% do total apresentou efeitos do tipo 2 consistentemente positivos. Em matemática, 15,6% e 16,4% das escolas apresentaram, respectivamente, efeitos do tipo 1 e do tipo 2 consistentemente positivos. A relação dos efeitos das escolas com os fatores "liderança administrativa", "liderança pedagógica", "gestão participativa" e "recursos humanos" é claramente positiva, com tendência de crescimento das médias dos efeitos 1 e 2, tanto em leitura quanto em matemática, à medida que melhora o escore dos fatores (UNESCO, 2017).

O estado de São Paulo teve efeitos do tipo 2 positivos em leitura em todas as edições da Prova Brasil, para todos os tipos de oferta de ensino, porém os efeitos das escolas não se mantiveram crescente ao longo do período analisado (UNESCO, 2017).

O estudo da UNESCO (2017) demonstrou que escolas com trajetória positiva devem ser foco de observação, pois demostraram uma capacidade progressiva de colocar seus alunos fora da situação de exclusão, e mantê-los na situação de adequação do aprendizado. Tais informações são importantes, pois é possível identificar fatores aplicados em tais escolas que produziram resultados positivos, pois escolas nas quais as questões de liderança administrativa e pedagógica estão mais bem resolvidas, a gestão é mais democrática, e em que há menos problemas de recursos humanos, os alunos têm menos chances de exclusão (efeito 1) e mais chances de adequação (efeito 2).

METODOLOGIA

O Currículo da Cidade de São Paulo, implantado a partir de 2018 nas escolas da cidade de São Paulo, município com 12,2 milhões de habitantes, 20% da população brasileira, maior cidade da América do Sul, incorporou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, como temas inspiradores a serem trabalhados de forma articulada com os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos diferentes componentes curriculares. A implantação do Currículo da Cidade propõe aos professores da rede pública municipal de São Paulo uma nova abordagem dos conteúdos, que deve se focar na interdisciplinaridade, com foco na formação de cidadãos éticos, responsáveis e solidários que fortaleçam uma sociedade mais inclusiva, democrática, próspera e sustentável.

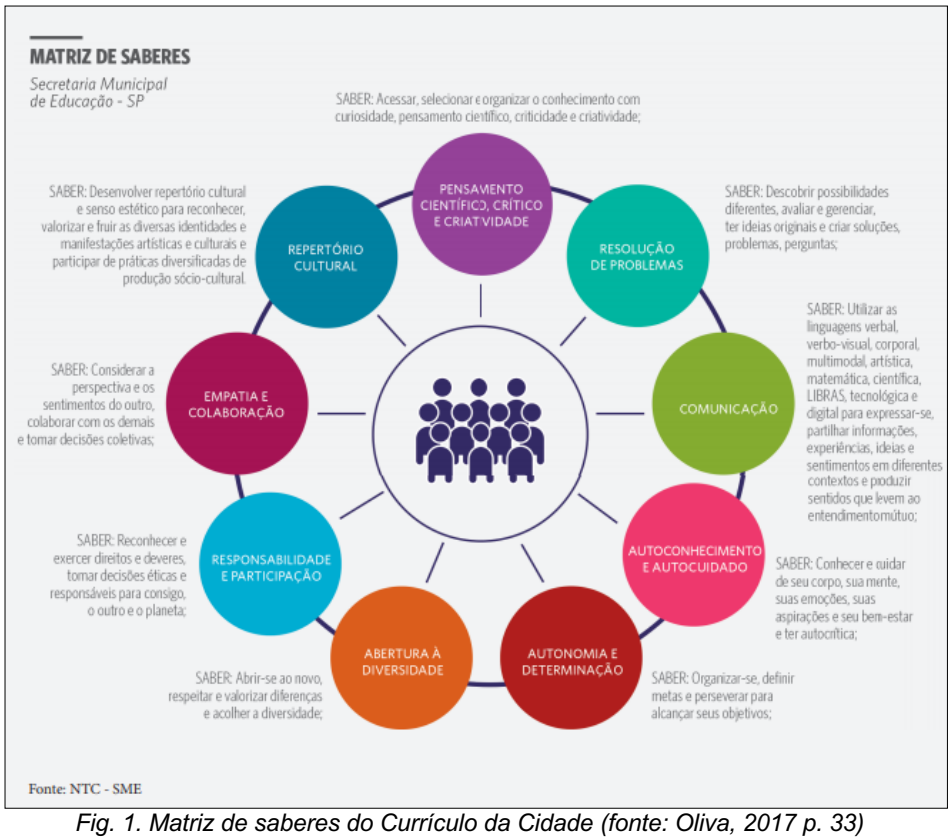


Fig. 1. Matriz de saberes do Currículo da Cidade (fonte: Oliva, 2017 p. 33)

A Fig. 1 representa a matriz de saberes que resumem o que as crianças e adolescentes devem aprender e desenvolver ao longo dos seus anos de escolaridade. No entanto, o desafio que se apresenta ao professor, na implantação de um Currículo inovador e que envolve uma proposta que garantirá minimizar as dificuldades dos alunos das séries fundamentais do ensino fundamental, é a dificuldade em articular currículo e práticas educativas na atuação em sala de aula.

Assim, o objetivo central desta pesquisa focou-se na formação continuada de professores, como estratégia de desenvolvimento de práticas e avaliação do Currículo da Cidade, em um processo de melhoria e aprimoramento, realizada com 30 professores da rede municipal de ensino da cidade de São Paulo.

Como avaliação do processo pedagógico, onde o principal foco de avaliação era como o comportamento dos professores se relacionavam com as variações do desempenho dos alunos (Mizukani, 2004), adotamos a persepctiba do constructo pedagógico proposto por Shulman (1986, 1987), na perspectiva de que esta proposta se centrava apenas na busca de generalizações e prescrições de forma a configurar cursos de formação de professores.

A partir do método de avaliação da prática docente por meio da base de conhecimento proposto por Shulman, denominada como Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), citado com a sigla em inglês PCK, é possível envolver a formação continuada dos docentes.

O CPC é um constructo teórico proposto por Lee S. Shulman, que tem como objetivo avaliar o saber docente e a capacidade do professor em transmitir o conhecimento com as técnicas pedagógicas adequadas (Fernandez, 2015). Desta forma, pode-se verificar se existe diferenciação do saber especializado do professor para com o técnico da área (Abell et al, 2009). Assim, a contribuição de Shulman tem como foco uma análise da compreensão do papel do professor, já que seu protagonismo deverá ser diferenciado daquele executado pelo especialista de determinada área do saber: ou seja, conhecer química deverá ser diferente do saber ensinar química.

Shulman (2005) reforça que o CPC representa a mistura entre a matéria (conteúdo) e a didática, pela qual se chega à compreensão de como determinados temas e problemas se organizam, se representam e se adaptam aos diversos interesses e capacidades dos alunos.

As categorias para a base do conhecimento são divididas em: Conhecimento do tema ou conteúdo; Conhecimento pedagógico geral; Conhecimento do currículo; Conhecimento pedagógico do conteúdo; Conhecimento dos alunos e suas características; Conhecimento dos contextos educacionais; Conhecimento das finalidades educativas, propósitos, objetivos e das filosofias educacionais (Shulman, 1987, 2005; Leal et al, 2015; Abell et al, 2009).

Assim, partindo-se do pressuposto equivocado de que saber sobre determinado assunto seria suficiente para ensinar, não seria difícil encontrar bons professores dentre os pesquisadores das Universidades, fato que nem sempre é verdadeiro (Fernandez, 2015).

Quando nos remetemos à formação continuada do professor em uma rede pública municipal, tal como a cidade de São Paulo, estamos lidando com um coletivo de professores tanto iniciantes quanto experientes, com distintos percursos formativos para a docência (cursos de licenciatura, bacharelados, cursos de Pedagogia etc.) que deverão organizar conteúdos disciplinares em consonância com as diretrizes curriculares propostas pelas Secretaria Municipal de Educação (SEDUC).

Embora esse coletivo de professores possa apresentar a mesma formação, pressupõem-se que o mais experiente terá maior facilidade de trabalhar os conteúdos em sala de aula, pois ele já deve ter testado várias abordagens no processo de ensinar, sabendo o que funciona e o que não funciona para aquele perfil de educandos (contexto).

De fato, um estudo avaliando o perfil de dois professores norte-americanos de Ciências Sociais, sendo um em início da docência e o outro há 37 anos lecionando, ambos apresentando vasto conhecimento do conteúdo, indicaram que o mais experiente conseguia ver o desenvolvimento progressivo das oportunidades de participação no processo pedagógico. Porém, quando verificada a habilidade dos professores em desenvolver, em segmentar e estruturar o currículo, e criar estratégias que facilitassem o processo de identificar os prós e contras de cada enfoque utilizado, o professor iniciante estava mais focado em organizar as unidades de ensino, a segmentação e a oportunidade do conteúdo (Gudmundsdóttir e Shulman, 2005).

Sforni (2004) afirma que a escola, por mera inadequação de conteúdo e método, tem dificuldade em tornar o conhecimento significativo para aqueles que por ela passam. Diante desse cenário cabe perguntar qual é o papel do professor no processo ensino-aprendizagem? e Compiani (2005) afirma que o *desenvolvimento do profissionalismo do professor é mais complexo e não basta introduzir produtos acabados para aplicação pelos professores em suas escolas; agora é necessário que a introdução de estratégias e processos tenha como foco a formação dos professores, de maneira que eles elaborem seus métodos e produtos do ensino-aprendizagem de acordo com a realidade concreta de suas escolas*.

A prática educativa do professor deveria indicar a sua intencionalidade, no sentido de explicitar as finalidades educativas de sua *práxis*, isto é, as transformações que podem surgir a partir da sua prática. Esta prática pressupõe aulas mais interessantes, dentro de uma metodologia investigativa e colaborativa que possibilite a participação dos alunos no processo de ensinar e aprender, que envolvem para além do *conhecimento pedagógico do conteúdo*, também o *conhecimento pedagógico do contexto.*

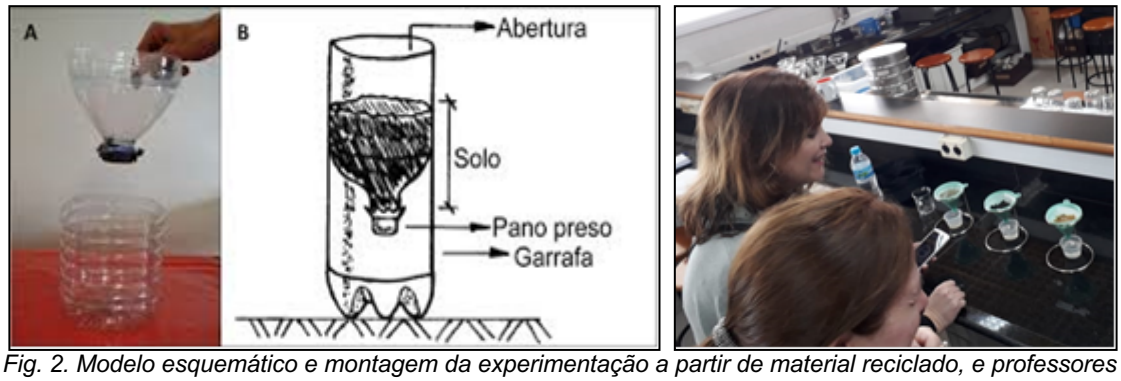


Fig. 2. Modelo esquemático e montagem da experimentação a partir de material reciclado, e professores em atividade no laboratório (Fotografia dos autores)

Dentre as metodologias ativas de ensino definimos as atividades de experimentação como estratégia inicial para o professor aplicar em sala de aula. A experimentação pode ser realizada por meio de uma demonstração simples/fechadas, uma atividade centrada no professor que se caracteriza pela apresentação de um determinado fenômeno. De maneira contrária, a experimentação a partir de demonstrações/observações abertas, podem incorporar outros elementos, dando ao professor abertura e flexibilidade para discussões em sala de aula, permitir que haja um aprofundamento dos conceitos relacionados, a possibilidade de se levantar hipóteses e uma reflexão crítica, de modo que a demonstração seja um ponto de partida para discutir sobre os fenômenos abordados e ampliação dos debates sobre o tema estudado (Araújo & Abib, 2003).

Desta forma, quando o professor utiliza atividades experimentais durante as aulas, as práticas permitem ao aluno operar de forma concreta sobre o conteúdo abordado, superando o paradigma da "abstração", que muitas vezes se requer do aluno em um modelo de prática didática puramente expositiva. Tais metodologias propiciam uma melhor apropriação dos conteúdos, na construção de ideias e formulação de hipóteses, algo que supera, e muito, o esforço apenas da imaginação (Hofstein et al., 2003).

RESULTADOS

Os resultados apontaram, dentre vários fatores, que com uma sólida formação continuada, novas propostas curriculares alcançarão sucesso, pois o professor se engajará ao (re)conhecer a necessidade de mudanças e de aproximação com o cotidiano do aluno. Os professores participantes nos cursos de formação indicaram para a prática a possibilidade de utilizar os seguintes temas: ciclo hidrológicos (as reações químicas entre a água e as rochas na formação dos diferentes tipos de solo; papel da vegetação na recarga dos aquíferos subterrâneos); permeabilidade do solo (características do solo que permitem a infiltração, ou o escoamento superficial, problemas de infiltração causados pela impermeabilização do solo nas cidades; causas das enchentes nos centros urbanos). Para a atividade foram apontados pelos

professores a possibilidade de trabalhar com os ODSs 11 (cidades e comunidade sustentáveis) e 13 (ação contra a mudança global do clima).

A implantação do Currículo da Cidade propõe aos professores da rede pública municipal de São Paulo uma nova abordagem dos conteúdos, que deve se focar na interdisciplinaridade, porém, o professor das escolas da cidade de São Paulo, em geral, tem desenvolvido os conteúdos curriculares há anos de forma disciplinar, totalmente desconectado de outros saberes. A nova proposta curricular requer do professor, para além do conhecimento dos conteúdos curriculares, também, o conhecimento do contexto, pois o que se apresenta é entender como essas temáticas atuais, tais como os ODS da Agenda 2030, podem ser integradas a uma proposta inovadora e emancipatória de currículo, bem como ao cotidiano dos alunos, das escolas e salas de aula.

De fato, o professor das escolas da cidade de São Paulo, em geral, tem desenvolvido os conteúdos curriculares há anos de forma disciplinar, totalmente desconectado de outros saberes. Nesta nova proposta curricular, ao professor é requerido, para além do conhecimento dos conteúdos curriculares, também, o conhecimento do contexto, pois o que se apresenta é entender como essas temáticas atuais podem ser integradas a uma proposta inovadora e emancipatória de currículo, bem como ao cotidiano dos alunos, das escolas e salas de aula.

A proposta do Currículo da Cidade apresenta, ainda, a flexibilização de um processo contínuo de avaliação e melhoria, que deve envolver o professor. Ao iniciarmos as formações de professores com a DRE-Penha, aplicamos um modelo que poderá ser ampliado para outras diretorias da cidade de São Paulo, visto que cada DRE é composta de cerca de 30 unidades escolas em média.

CONCLUSÕES

A escola se configura como um espaço inerentemente político, e tal afirmação encontra eco em Gouveia-Pereira (2008) que aponta a escola como um espaço de aprendizagem de diferentes saberes e de formas de socialização, um espaço de construção de normas e valores sociais, uma das instituições para a qual a sociedade delega a socialização das crianças e dos jovens, no sentido de sua inserção no mundo social, bem como nas afirmações de Boavida e Amado (2008), que cita que *a educação é uma realidade complexa de práticas e processos, objetivos e subjetivos, mediante os quais o educando se transforma – a criança e o jovem em adulto, o adulto em um ser completo e "melhor" – em ordem a um desenvolvimento que se pretenda integral.*

Neste conjunto de elementos se insere o contexto da educação escolar, onde a "escola" é o espaço mais adequado para a produção do conhecimento sistematizado. Gadotti (2007) argumenta que a escola deveria ser o local apropriado para práticas democráticas, ou seja, um espaço em que todos os envolvidos tivessem oportunidade de expressar suas ideias, refletir sobre elas e defendê-las. No entanto, a realidade dos indicadores nacionais e internacionais de ensino demonstram que, ainda, muitas propostas pedagógicas não valorizam, tampouco "ouvem", as possíveis contribuições dos alunos para o aprimoramento do processo educacional (Rosado, 2010).

A proposta pedagógica deverá articular a intencionalidade educativa do professor, que definirá os conteúdos, as competências e habilidades, e os recursos e meios. Assim, o conhecimento, seja o saber científico ou as práticas sociais, devem ser convertidos em "objeto de ensino", que comporão o conteúdo curricular. Desta forma, o professor deverá transformar esse objeto de ensino em objeto de ensino "ensinável", de forma que seja compreendido pelo aluno.

Assim, a seleção de objetivos, conteúdos, metodologias e recursos envolve aspectos políticos, didáticos, pedagógicos, éticos, entre outros, que deverão fazer parte da prática do professor. Esse processo de seleção exige do professor o conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC), além do conhecimento curricular e conhecimento das tecnologias de informação e comunicação (Resende, 2015).

Os dados apontados pela pesquisa da UNESCO (2017) mostraram tendências que reforçam a pertinência de algumas estratégias apontada pelo Plano Nacional da Educação (PNE), pois na Base Nacional Comum Curricular – BNCC fatores como "currículo na escola", a gestão democrática (fatores associados a liderança escolar), o financiamento da educação (fatores associados a infraestrutura e recursos), o combate à violência (fator "violência no ambiente

escolar"), tecnologias educacionais (fator "recursos pedagógicos – TIC"), o combate às desigualdades e o monitoramento do acesso e permanência (fator "intervenção para melhorias"), entre outros, indicam a melhoria da qualidade educacional do país.

Segundo Paulo Freire (1996), as metodologias ativas impulsionam a aprendizagem e a superação de desafios, a resolução de problemas e a construção do conhecimento novo a partir de conhecimentos e experiências prévias dos indivíduos. Assim, a proposta deste projeto envolve a formação e aplicação na escola destas metodologias, de forma que o professor possa refletir sua prática educativa e adequar-se à nova proposta do Currículo da Cidade.

De fato, as metodologias ativas de ensino são "processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema (Bastos, 2006). Ao professor, recai a condução do processo educativo atuando como facilitador ou orientador, de forma que o aluno realize suas pesquisas, reflita sobre o problema apresentado e decida as estratégias que utilizará para a encontrar as soluções e atingir os objetivos que ele mesmo delineou. Bastos (2006) aponta que é "um processo que oferece meios para que se possa desenvolver a capacidade de análise de situações com ênfase nas condições loco-regionais e apresentar soluções em consonância com o perfil psicossocial da comunidade na qual se está inserido".

Em tal perspectiva, é importante que o professor, para além do conhecimento dos conteúdos, também apresente conhecimento do contexto (do aluno, da escola, dos problemas escolhidos, etc.), pois as metodologias ativas têm por base formas de desenvolver o processo de aprender a partir de situações e/ou experiências reais ou simuladas, de forma que o aluno possa solucionar problemas relacionados ao seu cotidiano, de suas atividades sociais, em diferentes contextos.

O envolvimento do aluno nesse processo de aprendizagens, lhe permite compreender, escolher temáticas de seu interesse, condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia. A partir de tal estratégia, o aluno se prepara para o exercício de seu futuro como cidadão.

A partir das oficinas pudemos verificar que o professor somente se apropriará do Currículo da Cidade se puder estabelecer relações entre os "conteúdos" e o "contexto", e, assim, desenvolver em sala de aula as propostas envolvendo os ODS da Agenda 2030. Obviamente, a aplicação de tais metodologias de ensino requer uma nova abordagem e postura do professor, que não teve tal preparo durante sua formação universitária. Esse professor deverá adotar uma postura pedagógica com características diferenciadas daquelas em que o currículo disciplinar apresentava-se, anteriormente, ao aluno como um "empilhamento" de conteúdos, sem conexão entre si.

REFERÊNCIAS

Abell, S. K., Rogers, M. A. P., Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Gagnon, M. J. (2009). Preparing the Next Generation of Science Teacher Educators: A Model for Developing PCK for Teaching Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education, 20*(1), 77-93.

Araújo, M. S. T., & Abib, M. L. V. S. (2003). Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física, 25*(2), 176-194.

Bastos, C. (2006). *Metodologias ativas.* Retirado de http://educacaoemedicina.blogspot.com.br

Bizzo, N. C. V. (2012). *Metodologia e Prática de Ensino de Ciências: a aproximação do Estudante de Magistério das Aulas de Ciências no 1º Grau*. Retirado de http://www.ufpa.br/eduquim/praticadeensino.htm

Boavida, J., & Amado, J. (2008). *Ciências da Educação – Epistemologia, Identidade e Perspectivas* (2. ed.). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

Coleman, J. S. (2000). *Social capital in the creation of human capital*. In E. L. Lesser (Ed.), *Knowledge and social capital* (pp. 80-95). Woburn: Butterworth-Heinemann.

Coleman, J. S. (1966*). Equality of educational opportunity*. Washington, DC: Department of Health, Education and Welfare.

Fernandez, C. (2015). Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. *Revista Ensaio, 17*(2), 500-528.

Gadotti, M. (2007). *A escola e o professor: Paulo Freire e a paixão de ensinar*. São Paulo: Publisher Brasil.

Gouveia-Pereira, M. (2008). *Percepções de justiça na adolescência: a escola e a legitimação das autoridades institucionais*. Coimbra: Fundação Calouste Gulbenkian.

Gudmundsdóttir, S., & Shulman, L. S. (2005). Conocimiento didáctico en ciencias sociales. *Profesorado - Revista de currículum y formación del profesorado, 9*(2), 1-12.

Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). Developing students' ability to ask better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(7), 791-806.

Imbernon, R. A. L.; Toledo, M. C. M.; Honório, K. M.; Tufaile, A. P. B.; Vargas; R. R. S.; Campana, P. T.; Falconi, S., & Infante-Malaquias, M. E. (2009). Experimentação e interatividade (hands on) no ensino de Ciências: A prática na práxis educativa. *EENCI – Revista Experiências em Ensino de Ciências, 4*(1), 79-89.

Izique, C. (2007). As chaves do desenvolvimento – A saída para a América Latina pode estar na "destruição criativa" baseada em ciência e tecnologia. *Revista FAPESP, 136*, 3.

Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade. O caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva, 1*(14), 85-93.

Leal, S. H.; Novais, R. M.; & Fernandez, C. (2015). Conhecimento pedagógico do conteúdo de "estrutura da matéria" de uma professora de química experiente em aulas de Química Geral. *Ciência e Educação, 21*(3), 725-742.

Mizukami, M. G. N. (2004). Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L.S. Shulman. *Educação, 29*(2), 33-49.

Neri, M. (2012). *A nova classe média: o lado brilhante da base da pirâmide*. Rio de Janeiro: Editora Saraiva.

Oliva, L. B. (2017). *São Paulo (SP). Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. Currículo da Cidade: Ensino Fundamental: Ciências Naturais*. São Paulo: SME/COPED.

Freire, P. (1996). *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra.

Pastore, J., & Valle Silva, N. (2000). *Mobilidade social no Brasil*. São Paulo: Makron.

Resende, M. R. (2015). *A Teoria dos Números na Licenciatura em Matemática, Pedagogia e Educação Básica*. *In* S. D. A. Machado, B. L. Bianchini & M. C. Maranhão (Org.), *Teoria Elementar dos Números da Educação Básica à Formação dos Professores que Ensinam Matemática* (pp. 1-13). São Paulo: Iglu.

Rodari, P., & Merzagora, M. (2007). *Mediadores em museus e centros de ciência: Status, papéis e capacitação. Uma visão geral européia*. In L. Massarani, M. Merzagora, P. Rodari (Orgs.), *Diálogos & ciência: mediação em museus e centros de Ciência* (pp. 8-21). Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.

Rodari, P., & Merzagora, M. (2007). *Mediadores em museus e centros de ciência: Status, papéis e capacitação. Uma visão geral européia*. In L. Massarani, M. Merzagora, P. Rodari (Orgs.), *Diálogos & ciência: mediação em museus e centros de Ciência* (pp. 8-21). Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.

Rosado, C. T. C. L. (2010). *Educação escolar para crianças – o que dizem sujeitos deste direito? (*Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil).

Santana, A. C. D.; Santos, D. P. N., & Abílio, F. J. P. (2008). O Ensino de Ciências na Educação Infantil e Ensino Fundamental: Projeto de Monitoria no Curso de Pedagogia da UFPB. In

J. Pessoa (Ed.), *Anais/Catálogo de Resumos do X Encontro de Iniciação à Docência.* Paraíba: Editora Universitária/UFPB.

Sforni, M. S. F. (2004). *Aprendizagem conceitual e organização de ensino: contribuições da teoria da atividade.* Araraquara: JM Editora.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in Teaching. *Educational Research, 15*(2), 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*(1),1-22.

Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Profesorado: Revista de currículum y formación del professorado, 9*(2), 1-30.

TODOS PELA EDUCAÇÃO (2015). *De olho nas metas 2013-14*. São Paulo: Editora Moderna.

UNESCO (2017). *Desigualdades de aprendizado entre alunos das escolas públicas brasileiras: Evidências da Prova Brasil (2007 a 2013)*. Paris: UNESCO.

UTILIZAÇÃO DOS MANUAIS ESCOLARES POR PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO 3.º CICLO DO ENSINO BÁSICO EM TIMOR-LESTE

Rosa Antónia Tomás Ferreira[1], Bernardino de Castro[2]

[1]Faculdade de Ciências da Universidade do Porto & CMUP (PORTUGAL)
[2] Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e UNTL (TIMOR-LESTE)
rferreir@fc.up.pt

Resumo

Atualmente, existem dois manuais escolares ao serviço do processo de ensino-aprendizagem da matemática, ao nível do 3.º ciclo do ensino básico, em Timor-Leste: o manual do aluno usual e o manual *prátika.* Este manual foi construído para apoiar os professores numa abordagem de ensino de natureza exploratória e culturalmente relevante para os alunos. Neste sentido, o manual *prátika* veio complementar as propostas de trabalho feitas no manual do aluno, de modo a que os professores possam proporcionar aos alunos experiências de aprendizagem mais ricas e diversificadas. Neste trabalho, procurámos compreender melhor como os professores de matemática timorenses estão a responder aos desafios que a articulação dos dois manuais impõe. Guiámo-nos pelas seguintes questões de investigação: 1) Que perspetivas têm os professores acerca do manual *prátika*? 2) Como articulam os professores o manual do aluno e o manual *prátika*? e 3) Que desafios enfrentam os professores nessa articulação e como os procuram ultrapassar? Numa perspetiva qualitativa e interpretativa, foram observadas 14 aulas de matemática em três escolas com organizações distintas do município de Dili, envolvendo um total de oito professores. Os dados recolhidos incluem notas de campo das observações e transcrições de uma entrevista semiestruturada realizada a cada um dos professores. Os dados apontam para uma perspetiva globalmente positiva dos professores face ao manual *prátika* e à importância da articulação entre os dois manuais para uma melhoria das experiências de aprendizagem proporcionadas aos alunos, mas são evidentes as dificuldades que sentem na concretização dessa articulação. Tal parece ser devido, sobretudo, à falta de um conhecimento matemático sólido que dê aos professores a segurança necessária para propor aos alunos tarefas mais abertas e exploratórias, em que necessariamente os alunos colocam questões e podem seguir por caminhos diversos e menos familiares aos professores. Por outro lado, não parece estar claro para os professores o que significa uma abordagem de natureza exploratória ao processo de ensino-aprendizagem pelo que, muitas vezes, as tarefas do manual *prátika* são usadas para aplicação de conhecimentos em vez de se constituírem como a base de construção de conhecimento (novo). Os resultados deste estudo sustentam a necessidade de um maior esforço de formação de professores em Timor-Leste sobretudo ao nível do conhecimento matemático e do conhecimento da prática letiva, de modo a que possam tirar melhor proveito dos recursos existentes. Torna-se também necessária uma revisão desses recursos, quer ao nível da linguagem, quer ao nível da estruturação e clareza das orientações metodológicas para o uso articulado do manual do aluno e do manual *prátika.*

Palavras-chave: manuais escolares; práticas dos professores; tarefas matemáticas; desenvolvimento curricular; conexões matemáticas.

ORIENTAÇÕES RECENTES PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA EM TIMOR-LESTE

Timor-Leste vive atualmente um processo de desenvolvimento curricular que reconhece a importância, para o desenvolvimento do país, da ciência e da tecnologia. Neste sentido, a melhoria das aprendizagens dos alunos timorenses em Matemática é uma das grandes apostas do Ministério da Educação de Timor-Leste (METL). As novas diretrizes curriculares enfatizam um currículo baseado na premissa que o aluno constrói o seu próprio conhecimento científico e que este deve ser ancorado em experiências significativas, ligadas ao seu quotidiano e evidenciando as conexões entre as várias áreas do saber e o dia-a-dia dos alunos (METL, 2010). Mas o sucesso da Educação Matemática em Timor-Leste está dependente da autonomia e

capacidade dos professores timorenses em fomentar uma aprendizagem matemática significativa, em que os alunos compreendem as noções e os procedimentos matemáticos básicos, percebem as suas aplicações na vida e na sociedade, ampliam as conexões da Matemática com outras áreas do saber, olhando-a com flexibilidade, e desenvolvem atitudes positivas face à Matemática.

Os manuais escolares em Timor-Leste

Desde 2012, Timor-Leste segue um currículo desenhado por uma equipa da Universidade do Minho, baseado na investigação em Educação Matemática e no trabalho colaborativo com vários agentes, entre os quais professores e elementos de instituições ligadas à educação (como a Universidade Nacional Timor-Lorosa'e e a UNICEF). O manual do aluno (que é único e editado em Portugal) e o respetivo guia do professor passam a existir em Língua Portuguesa para todas as disciplinas. No entanto, os professores de Matemática revelam dificuldades na utilização destes recursos, sobretudo relacionadas com as suas limitações no domínio da Língua Portuguesa, bem como no domínio dos conteúdos matemáticos a ensinar e na utilização de materiais manipulativos e de recursos tecnológicos. Por este motivo, em 2014, o METL passou a disponibilizar o manual do aluno e o guia do professor em Tétum e Língua Portuguesa.

Por esta altura, indo ao encontro das principais recomendações curriculares na esfera internacional (e.g., FNBE, 2014; NCTM, 2000, 2007; MES, 2009), o METL decidiu ainda promover uma abordagem de natureza exploratória (e.g., Oliveira, Menezes, & Canavarro, 2013; Ponte, 2005) ao ensino-aprendizagem da Matemática, a que chamou de abordagem *prátika*. Numa parceria com o Centro de Estudos de Ciência e Matemática, o METL publicou o *Manual Prátika Matemática* (METL, 2015a; que, neste trabalho, será referido como manual *prátika*) com o objetivo de: i) identificar os conteúdos mais importantes e significativos para os alunos; ii) apoiar os professores na construção de ambientes de sala de aula mais práticos (numa perspetiva de *hands-on activities*) e dinâmicos, privilegiando o ensino exploratório e a utilização de materiais simples, fáceis de encontrar e baratos; e iii) apoiar os professores na promoção das conexões matemáticas com o dia-a-dia dos alunos.

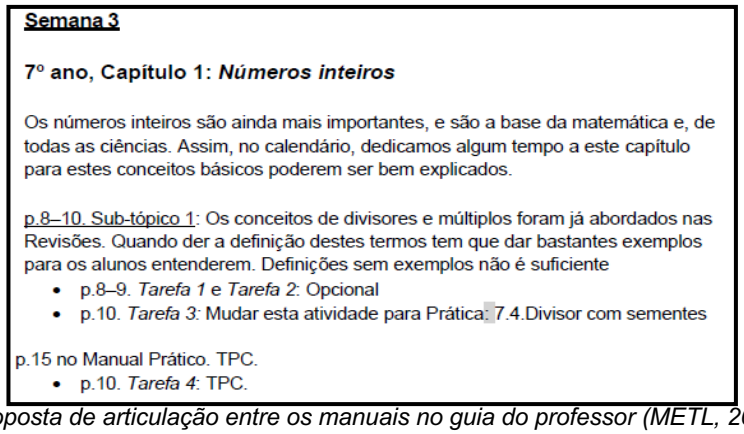
Um dos traços distintivos do manual *prátika* reside, precisamente, na capitalização da herança cultural timorense para tornar as aprendizagens matemáticas mais significativas para os alunos:

> Timor-Leste é um país com um rico património cultural manifestado, de uma forma muito particular, nas atividades e produtos relacionados com a cerâmica, cestaria, tecelagem e arquitetura. Este património pode e deve ser levado para a sala de aula de Matemática, para que a exploração de padrões e processos construtivos emergentes dessas atividades constituam uma porta de acesso dos alunos às formas específicas do pensamento matemático. (METL, 2010, pp. 2-3)

No manual *prátika* estão propostas tarefas, essencialmente problemas e explorações, na aceção de Ponte (2005), relativas a vários tópicos matemáticos do currículo do 3.º ciclo do ensino básico, para serem trabalhadas em estreita articulação com o manual do aluno. Apenas algumas tarefas incluídas no manual *prátika* são destinadas a serem propostas como trabalho de casa, de modo a ajudar os alunos a consolidar os seus conhecimentos (METL, 2015a). As tarefas do manual *prátika* são contextualizadas em aspetos culturalmente relevantes e familiares para os alunos a que se destinam, recorrendo ainda a materiais manipulativos fáceis de encontrar ou construir. Há um total de 55 tarefas no manual *prátika*, distribuídas pelos três trimestres do ano letivo, cada um com 10 semanas de duração, verificando-se uma maior incidência de tarefas propostas para o segundo período.

De forma a orientar os professores no uso articulado dos dois manuais e, assim, enriquecer as experiências de aprendizagem proporcionadas aos alunos, o METL publicou ainda o guia do professor (METL, 2015b). Este guia oferece algumas orientações metodológicas, encorajando os professores a envolver os alunos em trabalho de grupo e de carácter prático, a discutir coletivamente estratégias e resultados, e a estabelecer conexões entre os tópicos matemáticos versados nas tarefas e a vida do dia-a-dia dos alunos. O guia pretende ainda ajudar os próprios professores a melhorar o seu conhecimento matemático, explicando e explorando os conceitos, procedimentos e processos matemáticos subjacentes às várias tarefas propostas. Neste guia, para cada semana do ano letivo, o professor encontra indicações de sequenciação de tarefas, combinando os dois manuais disponíveis, e dos propósitos principais de ensino a serem atingidos nessa semana, com o apoio do manual *prátika*. Na figura 1, encontra-se um exemplo

do que é proposto para a terceira semana do primeiro trimestre do 7.º ano, em que se inicia a unidade sobre números inteiros.



Semana 3

7º ano, Capítulo 1: *Números inteiros*

Os números inteiros são ainda mais importantes, e são a base da matemática e, de todas as ciências. Assim, no calendário, dedicamos algum tempo a este capítulo para estes conceitos básicos poderem ser bem explicados.

p.8–10. Sub-tópico 1: Os conceitos de divisores e múltiplos foram já abordados nas Revisões. Quando der a definição destes termos tem que dar bastantes exemplos para os alunos entenderem. Definições sem exemplos não é suficiente

- p.8–9. *Tarefa 1* e *Tarefa 2*: Opcional
- p.10. *Tarefa 3*: Mudar esta atividade para Prática: 7.4.Divisor com sementes

p.15 no Manual Prático. TPC.

- p.10. *Tarefa 4*: TPC.

Figura 1. Proposta de articulação entre os manuais no guia do professor (METL, 2015b, p. 21).

É sugerido retomar as noções de múltiplo e divisor com as tarefas 1 e 2 do manual do aluno que, contudo, são propostas como opcionais. Na tarefa 1, os alunos são chamados a averiguar a possibilidade de arrumar dois tipos de caixas em prateleiras de diferentes comprimentos, completando uma série de frases numéricas (indiretamente) relacionadas com a noção de divisor e múltiplo. Na tarefa 2, com o apoio de um geoplano, os alunos devem construir retângulos de área 5 e 6 e, a partir dessas construções, encontrar os divisores destes números (e de outros). Ora, se a tarefa 1 tem um contexto pouco familiar à realidade dos alunos timorenses (que lidam com caixas, mas não como as da figura que acompanha a tarefa nem em prateleiras sem outro enquadramento), a tarefa 2 recorre a um material que é raramente encontrado nas escolas (embora se possa construir com relativa facilidade e a baixo custo).

Segue-se a tarefa da figura 2, proposta no manual *prátika* para realização em pequenos grupos, que pede aos alunos para escolher números entre 20 e 40 (um número por grupo) e, servindo-se de pedrinhas ou sementes, dispor os materiais em montinhos de quantidades iguais de forma a descobrir os divisores do número escolhido. Repetindo as experiências, devem preencher a tabela fornecida e, posteriormente, resolver a tarefa 4 proposta no manual do aluno, em que é apresentado o crivo de Eratóstenes e é pedido aos alunos que encontrem todos os números primos inferiores a 100 recorrendo ao método descrito.

7.4.Divisores

Brincar com grãos para aprender o que são divisores.

Material necessário

- 20 ou mais sementes ou pedrinhas

Instruções

- Pedir aos alunos que façam a seguinte tabela (igual à p.10 do livro de texto do 7º ano

Número	Divisor	Nº de divisores	Número primo ou composto
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12	1, 2, 3, 4, 6, e 12	6	Número composto
13			
14			

- Pegue nas sementes e distribua nos grupos para descobrirem os divisores desse número (factores). Por exemplo para o 12: Experimente dividir em 3 (= 6), em 3 (= 4), em 5 (não pode ser), em 6 (= 2), em 12 (= 1). Quando chegar aqui já está tudo porque (2 x 6), (3 x 4), (12 x 1).

- A seguir continuar. Distribuir feijões ou sementes pelos grupos para descobrirem os divisores (factores). Por exemplo para 8: tentar dividir em 2 (= 4), em 3 (não é possível). Quando chegar ao 4 está concluído porque (2 x 4).
- Depois continue com outros valores.

Figura 2. Tarefa do manual prátika sobre divisores (METL, 2015a, pp. 15-16).

Ora, analisando esta sequência de tarefas, em que umas provêm do manual do aluno e outras do manual *prátika*, percebe-se que coexistem duas perspetivas bastante diferentes: por um lado, as tarefas do manual do aluno distanciam-se da realidade cultural dos alunos a que se destinam e focam-se, quando muito, no desenvolvimento de uma compreensão instrumental (Skemp,

1976); por outro lado, a tarefa do manual *prátika* está contextualizada em aspetos da vida quotidiana dos alunos e tem potencial para os envolver em explorações matemáticas e na procura de regularidades, pelo que se foca no desenvolvimento de uma compreensão relacional da matemática. Por conseguinte, adivinham-se dificuldades na articulação de dois recursos – dois manuais – que são construídos com pressupostos diferentes em termos curriculares.

Mais ainda, não é de todo claro que, na sequência proposta, os conceitos de número primo e número composto possam emergir da atividade matemática dos alunos sobre a tarefa do manual *prátika*, comprometendo, assim, a concretização da abordagem *prátika* pretendida ao ensino-aprendizagem da Matemática. Aliás, em várias instâncias do próprio guia do manual *prátika*, a sequência de tarefas propostas, em articulação com as tarefas do manual do aluno, não favorece uma abordagem *prátika* ao ensino-aprendizagem; pelo contrário, várias sequências propostas de tarefas levam a que os professores utilizem o manual *prátika* como uma oportunidade para os alunos aplicarem conhecimentos, em vez de ser um ponto de partida para a construção de (novos) conhecimentos.

Apoio e avaliação da utilização dos manuais escolares em Timor-Leste

Em 2016 e 2017, o governo timorense ofereceu formação contínua a todos os professores efetivos do 3.º ciclo do Ensino Básico, focada nas tarefas do manual *prátika* e nas orientações metodológicas que as acompanham, promovendo a articulação dos dois manuais e uma abordagem ao ensino centrada na atividade matemática dos alunos e não tanto no professor como transmissor de conhecimentos *prontos a consumir* pelos alunos. Um outro objetivo importante foi sensibilizar os professores para as vantagens de uma abordagem *prátika* para a qualidade das aprendizagens dos alunos, e para as mudanças que tal abordagem implica na prática letiva. Lutar contra a falta de recursos ou o sobredimensionamento das turmas foram problemas "menores" dos formadores; difícil foi lutar contra o medo de os professores (formandos) não serem capazes de conduzir uma aula exploratória, o medo de não dominarem a Matemática envolvida nas tarefas do manual *prátika*, o medo de não saberem responder às questões dos alunos, a desvalorização de uma aprendizagem ancorada em experiências significativas para os alunos, e até a vergonha sentida pelo riso de terceiros (alunos e professores) devido à construção e uso de materiais a partir do lixo (Gabrielson, 2016).

Foi, entretanto, realizado um estudo, de natureza quantitativa, em que se procurou avaliar a perceção de professores e alunos acerca do impacto da abordagem *prátika*, apoiada no uso articulado dos dois manuais (o do aluno e o *prátika*) e respetivos guias para o professor. Em geral, os resultados foram positivos no sentido em que "os alunos compreendem melhor os conceitos, fazem perguntas e estão mais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Contudo, as interações professor-alunos constituem uma área que necessita de um esforço continuado e sustentado" (HBCSE, 2018, pp. 2-3). De facto, parece ser complicado para os professores gerir o tempo de realização das tarefas de natureza mais problemática ou exploratória, tempo esse que tem de ser necessariamente maior do que o necessário para completar tarefas de natureza mais rotineira (Ponte, 2005). E também parece ser particularmente difícil para os professores orquestrar discussões matemáticas coletivas que envolvam os alunos em atividade matemática efetiva (Stein, Engle, Smith, & Hughes, 2008), o que não é surpreendente visto este ser um papel muito exigente para o professor (e.g., Oliveira et al., 2013). De facto, é necessário que o professor desenvolva um conhecimento didático sólido, nas suas várias vertentes – conhecimento matemático, conhecimento do currículo, conhecimento dos alunos e da aprendizagem, e conhecimento das práticas letivas (Ponte, 2012) – para que o ensino, como perspetivado nas recentes recomendações internacionais em que a abordagem *prátika* se pretende inserir, possa ser eficaz. Em particular, o professor precisa compreender as estratégias dos alunos e as suas justificações, para as analisar e interligar; e precisa colocar as questões certas aos alunos certos na altura certa, para compreender as suas ideias e dar-lhes seguimento adequado, estimulando as suas explicações e justificações, bem como os seus processos de argumentação.

OBJETIVO DO ESTUDO E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

Três anos após o início das reformas do Ministério de Educação timorense para promover uma abordagem *prátika* ao ensino-aprendizagem da Matemática, procurámos compreender como os

professores de Matemática do 3º ciclo do Ensino Básico timorenses estão a responder a este desafio, olhando, de forma particular, para o modo como articulam os dois manuais (manual do aluno e manual *prátika*). Neste trabalho, que é parte de um estudo mais amplo ainda em desenvolvimento, guiámo-nos pelas seguintes questões de investigação: 1) Que perspetivas têm os professores acerca do manual *prátika*? 2) Como articulam os professores o manual do aluno e o manual *prátika*? e 3) Que desafios enfrentam os professores nessa articulação e como os procuram ultrapassar?

OPÇÕES METODOLÓGICAS

Tendo em consideração os resultados do estudo já realizado sobre o impacto da abordagem *prátika* nos alunos e nos professores (HBCSE, 2018), a nossa intenção foi conhecer melhor a realidade concreta das escolas e dos professores, no que respeita a utilização dos dois manuais escolares disponíveis e a concretização de uma abordagem *prátika* ao ensino-aprendizagem da Matemática. Estes dois aspetos estão interligados pois, na perspetiva do METL, a abordagem *prátika* apoia-se na utilização articulada dos dois manuais. Deste modo, optámos por uma metodologia de investigação qualitativa e interpretativa, com design de estudo de caso (Yin, 1993).

Foram observadas 14 aulas de Matemática do 3.º ciclo do Ensino Básico em três escolas (uma pública – EM, uma privada – EB, e uma católica – EC) do município de Dili (o caso), envolvendo um total de oito professores. A maioria destes professores tinha entre 30 e 40 anos de idade, quase todos possuíam uma licenciatura em Matemática Educacional e lecionavam há pelo menos dois anos (sendo que alguns exerciam a profissão há 12 anos). Os dados recolhidos para este trabalho incluem notas de campo das observações e transcrições de uma entrevista semiestruturada realizada com cada professor. O segundo autor fez as observações e conduziu as entrevistas em Tétum, procedendo à tradução das respetivas notas de campo e transcrições para Língua Portuguesa.

PERSPETIVAS SOBRE O MANUAL *PRÁTIKA*

Corroborando a avaliação anteriormente feita sobre o impacto das recentes reformas do METL (HBCSE, 2018), globalmente, os professores entendem que o manual *prátika* veio contribuir para a criação um ambiente de sala de aula que favorece uma aprendizagem matemática mais dinâmica, tornando os tópicos matemáticos mais próximos da realidade dos alunos e, por isso, mais relevantes e interessantes para eles. O professor Jobo (EC) destaca a natureza das tarefas contidas no manual *prátika*, sublinhando o seu papel no reconhecimento, pelos alunos, da relevância que os conceitos matemáticos têm na sua vida quotidiana: "O manual *prátika* é muito útil para completar o manual do aluno, porque o manual do aluno contém muta teoria, enquanto manual *prátika* inclui atividades práticas que dão conceitos concretos e relevantes". Para a professora Elva (EB), "o manual *prátika* [traz] atividades práticas, simples e interessantes para os alunos aprenderem; mesmo assim, aprofundam os conceitos, a teoria e o raciocínio com o manual [do aluno]". O manual *prátika* vem, assim, dar mais vida, dinamismo e significado à matemática escolar.

O manual *prátika* é também visto como um instrumento útil para o professor melhorar a sua própria prática letiva. A professora Juda (EC) destaca as orientações metodológicas do manual *prátika*: "o manual *prátika* traz uma grande vantagem para mim como professora, para ensinar; este manual fornece uma maneira certa, de como fazer ou ensinar com prática matemática […] relacionados aos conteúdos no manual do aluno". Por sua vez, a professora Lila (EM) enfatiza como o manual *prátika* a ajuda a melhor compreender a Matemática que deve ensinar aos seus alunos, reforçando também o potencial das tarefas do manual *prátika* para promover a criatividade dos alunos e para os incentivar a gerar exemplos, formular questões e partilhar estratégias de resolução:

> … é muito importante; vem realmente ajudar o professor para ensinar os alunos com atividades práticas na sala de aula. Este manual também ajudará os alunos a pensar criativamente para fazer os seus próprios exemplos ou perguntas, para a contextualização e [para partilhar] como encontrou a sua solução. (Lila, EM)

A professora Esa (EM) realça ainda a acessibilidade da linguagem do manual *prátika*, o que não só lhe facilita a compreensão (mais profunda) dos conteúdos matemáticos a ensinar, como também a ajuda a melhor explorar esses conteúdos com os alunos:

> O manual *prátika* é muito bom, porque há muitas atividades práticas que nos ajudam a apresentar e explorar em sala de aula os conteúdos do manual do aluno; o manual *prátika* contém uma linguagem simples e prática que facilita a nossa compreensão e torna mais fácil explicar aos alunos" (Esa, EM)

Na opinião de vários professores, o manual do aluno contém muitas situações que não são adequadamente contextualizadas na realidade timorense. Por exemplo, a professora Lila (EM) refere que, no manual do aluno, "tem a desvantagem de haver alguns vários exemplos e contextos do livro, menos relevantes com a situação real de Timor-Leste (…) é mais focado com a situação em Portugal". Neste sentido, o manual *prátika* vem contribuir para uma melhor contextualização das situações de aprendizagem, não só nos contextos escolhidos para as tarefas e materiais sugeridos para as realizar, mas também na ligação expressa à vida quotidiana que atravessa todo este manual. Na opinião da professora Juda (EC), "…a maior parte deste livro contém imagens e contextos que são adequados à realidade de Timor-Leste, particularmente são relevantes à vida quotidiana, que faz os alunos mais compreender".

ARTICULAÇÃO ENTRE O MANUAL DO ALUNO E O MANUAL *PRÁTIKA*

Em geral, os professores recorrem aos dois manuais para preparar as aulas. Na maioria das aulas observadas, após a apresentação dos conceitos a aprender, quase sempre apoiada no manual do aluno, o professor propõe as tarefas do manual *prátika* recomendadas e, posteriormente, propõe a resolução de exercícios do manual do aluno. Em alguns casos, o manual *prátika* é mesmo desvalorizado. Por exemplo, o professor Jobo (EC), que lecionava o 9.º ano, usou apenas o manual do aluno, tanto para apresentar os (novos) conceitos aos alunos como para eles consolidarem aprendizagens resolvendo os exercícios que surgem nas margens deste manual. Aparentemente, o professor Jobo valoriza o manual do aluno na mesma proporção que existem tarefas no manual *prátika* sobre as temáticas das aulas observadas (probabilidades), isto é, "na aula de Matemática sempre usa o manual do aluno [mais] do que o manual *prátika*, porque, com base no guia do professor, só existem três atividades práticas no primeiro período".

Em algumas situações, as tarefas do manual *prátika* são realizadas não pelos alunos, mas pelo professor, em estilo de demonstração do que se poderia fazer, o que desvirtua o objetivo dessas tarefas e contraria uma abordagem *prátika* ao ensino-aprendizagem da Matemática. Por exemplo, a professora Célia (EM) usa o manual do aluno como recurso fundamental e esporadicamente realiza ela própria, na frente dos alunos, alguma atividade do manual *prátika* devido ao elevado número de alunos por turma, ou seja, não são os alunos que exploram matematicamente a situação, mas sim a professora que, de quando em vez, lhes mostra algo diferente e, contudo, não tangível:

> eu uso um pouco o manual *prátika* porque a realidade da escola não [torna] possível a realização de atividades práticas (…) Há muitos alunos na turma, quase 70; então é difícil distribuir os alunos em grupo e é difícil para professora acompanhar os grupos porque não há espaço para mover. Portanto, eu uso só o manual do aluno para ensinar na frente da turma; às vezes, eu faço atividades práticas do tipo demonstração, mas infelizmente, os alunos que ficam na fila de trás não aproveitam. (Célia, EM)

A professora Filia (EC) abordou o tópico dos divisores, na sua turma de 7.º ano de escolaridade, propondo aos alunos a resolução da tarefa 7.4 do manual *prátika* (ver figura 2). O objetivo desta tarefa era que os alunos descobrissem os divisores dos números escolhidos e que, depois de feitas várias explorações com diversos números, compreendessem as noções de número primo e de número composto.

Figura 3. Alunos da professora Filia (EC) a trabalhar sobre uma tarefa do manual prátika.

Na figura 3, pode observar-se os alunos da professora Filia a realizar experiências com feijões, de modo a completar a tabela proposta na tarefa do manual *prátika* (e que era semelhante à encontrada no manual do aluno). No entanto, a professora não estimulou os alunos a observar o que se passava com os divisores dos vários números e a perceber que havia números só com dois divisores (o 1 e o próprio) e números com mais do que dois divisores. Em vez disso, apresentou-lhes primeiro as definições de número primo e número composto e, posteriormente, os alunos resolveram a tarefa do manual *prátika*. Deste modo, apesar de permitirem aos alunos trabalhar os conceitos em ambientes mais dinâmicos e interessantes e em contextos mais próximos das suas vidas, as tarefas do manual *prátika* serviram de meios para os alunos aplicarem conhecimentos adquiridos, e não como bases para construirem (novos) conhecimentos. Sobre o uso articulado dos dois manuais, a professora Filia assume partir das definições para as tarefas do manual *prátika* e posterior consolidação com apoio no manual do aluno, evidenciando não ter ainda compreendido bem a abordagem *prátika* pretendida:

> só uso o manual do aluno para fazer o plano de aula, mas foi modificar um pouco, partindo da abordagem histórica, definição e conceito. Depois, identifico e preparo os materiais e também peço aos alunos para trazerem materiais para facilitar as atividades práticas (…) [Depois, peço que] resolvam alguns exemplos [do manual do aluno (…) para] que aprofundem os conteúdos.

Assim, em termos concretos da maioria das práticas letivas observadas, as tarefas do manual *prátika* acabam por, quando são efetivamente propostas para os alunos as resolverem, servir de oportunidades, embora relevantes e interessantes para eles, para aplicar conhecimentos adquiridos, em vez de se constituírem como a base da construção do conhecimento matemático, o que iria ao encontro da abordagem *prátika* pretendida. De facto, parece haver uma incoerência entre a promoção de uma abordagem *prátika* que o METL pretende, respondendo às orientações internacionais para o ensino-aprendizagem da Matemática, e as orientações constantes dos guias do professor, em particular sobre como articular o manual do aluno e o manual *prátika*. Nestas orientações, não é clara a forma como a abordagem *prátika* deve ser concretizada, o que pode explicar este fenómeno.

No entanto, nas observações realizadas, foi possível também encontrar professores que procuraram conduzir o ensino numa abordagem *prátika*, começando por propor aos alunos a resolução de tarefas do manual *prátika* e, a partir dessa atividade dinâmica e exploratória, fazendo emergir os conceitos matemáticos que os alunos devem aprender, terminando com um momento de consolidação das aprendizagens apoiado em tarefas do manual do aluno.

Nas aulas do 8.º ano da professora Esa (EM) que foram observadas, foi visível o trabalho realizado com o manual *prátika*. Ao preparar as aulas, a professora resumiu as coisas mais importantes dos dois manuais, e produziu apontamentos que deu aos alunos para terem como referência em casa e na escola – de notar que, trabalhando numa escola pública, a professora lutava contra a falta de manuais (dos dois tipos) disponíveis para trabalho com os alunos. Estes apontamentos incluem as tarefas que estão previstas para os alunos realizarem, tanto as que constam do manual *prátika* como as que se encontram no manual do aluno, de modo a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente. Na figura 4, observam-se algumas das produções dos alunos com palitos e restos de chinelos na temática das sequências e regularidades. Os alunos construíram figuras consecutivas e procuraram padrões de modo a prever como seria a figura de ordem *n* – Quantos palitos teria? Quantos pedaços de chinelos teria? etc. – e qual seria o seu termo geral.

Figura 4. Alunos da professora Esa (EM) a trabalhar sobre uma tarefa do manual prátika.

A professora Esa (EM) usava os dois manuais para preparar as suas aulas, mas considerava o manual *prátika* "bom para plano de aula; preparo as tarefas e questões práticas que vou abordar na aula, uso como referência para o TPC [conforme o guia do professor] (…) e [uso também para] a elaboração dos pontos da avaliação". A observação da professora Esa acerca das tarefas do manual *prátika* e dos momentos de avaliação revela a coerência que ela procura para a sua prática letiva, encarando a avaliação das aprendizagens como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem. O professor Frélio (EB), que também articulava os dois manuais de forma adequada a uma abordagem *prátika*, defende igualmente que a avaliação das aprendizagens dos alunos incida sobre tarefas de natureza prática:

> eu uso ambos os livros n[a preparação d]o processo de ensino e aprendizagem, com base na orientação do programa de matemática e guia do professor. Esses manuais [são] mais úteis para [o] plano de aula, abordar exercícios e tarefas na aula, como referências para o TPC para os alunos e elaboração de questões da avaliação ou exame.

Em geral, os professores que trabalhavam na escola privada (EB) habitualmente articulavam os dois manuais – as tarefas do manual *prátika* serviam, frequentemente, para que os alunos conseguissem responder às questões do manual do aluno. Por exemplo, seguindo a sugestão do guia, o professor Frélio propôs aos seus alunos do 8.º ano a resolução de uma tarefa do manual do aluno, em que deviam fazer representações de números fracionários. Começaram, porém, por resolver a tarefa proposta no manual *prátika* para este tópico matemático, servindo-se de dobragens e cortes em tirinhas de papel para uma melhor compreensão das frações equivalentes e das operações de adição e subtração de frações. O guia recomendava propor esta tarefa aos alunos depois de terem resolvido a anterior. No entanto, o professor Frélio mostrou compreender o papel que a tarefa do manual *prátika* poderia desempenhar no desenvolvimento da compreensão matemática dos alunos acerca das representações de números fracionários, da noção de frações equivalentes e das operações elementares entre frações. Neste sentido, os seus alunos, ao realizarem a tarefa do manual *prátika*, iam atribuindo significado às respostas que encontravam para as questões da tarefa do manual do aluno. Na figura 5, podemos observar o trabalho dos alunos do professor Frélio na tarefa dos cortes e dobragens.

Figura 5. Alunos do professor Frélio (EB) a trabalhar sobre duas tarefas do manual prátika.

DIFICULDADES ENFRENTADAS E RESPOSTAS ENCONTRADAS

São diversas as dificuldades encontradas numa articulação efetiva, isto é, com vista a concretizar uma abordagem *prátika* ao ensino-aprendizagem, dos dois manuais. O elevado número de alunos por turma e a falta de condições logísticas para realizar o trabalho proposto no manual *prátika* são algumas das dificuldades mais mencionadas pelos professores. Este problema sente-se de modo muito significativo na EM e na EC, escolas pública e católica, respetivamente. Na

EC, a média de alunos por turma é 45, mas na EM já ultrapassa os 60. Para a professora Filia (EC), é a "falta das mesas que também [vai] influenciar (…) distribuir os alunos em grupos". A professora Célia (EM) refere explicitamente que "queria fazer [mais coisas do manual *prátika*], mas não há espaço para mover [as crianças e os materiais] e realizar atividades práticas de matemática". No entanto, lutando também com a falta de espaço, o professor Frélio (EB) não baixou os braços, desafiando-se (e desafiando os outros) a ir para fora da sala de aula, onde não há restrições de espaço para os alunos poderem trabalhar nas tarefas do manual *prátika*.

A gestão do tempo é a grande dificuldade encontrada na EB, pois os tempos letivos estão organizados numa hora diária. De facto, a gestão do tempo para a realização das tarefas do manual *prátika* torna-se mais complexa para os professores. Por um lado, as próprias tarefas exigem mais tempo para serem trabalhadas pelos alunos porque são mais desafiantes do que as contidas no manual do aluno; por outro lado, os professores também não estão habituados a trabalhar numa abordagem *prátika* (que tem de permitir que os alunos trabalhem autonomamente nas tarefas e que depois as discutam coletivamente), e a sua perceção do tempo necessário para trabalhar as tarefas do manual *prátika* pode não ser a mais adequada. Este problema com a gestão do tempo acaba por não ser resolvido pela maioria dos professores observados, sobretudo quando associado ao elevado número de alunos por turma. Por exemplo, o professor Jobo (EC) acaba por inviabilizar ou desvirtuar o trabalho com o manual *prátika* porque é o professor que mostra aos alunos como se resolvem as tarefas, em vez de serem os alunos a explorar matematicamente as situações propostas:

> Na sala de aula há muitos alunos, então [isso vai] dificultar a distribuição dos alunos em grupo e também eu [tenho de] pedir aos alunos que tragam materiais (…) mas no fim os alunos não trazem; então não realizo a atividade prática em grupo, mas [fica] tipo demonstração.

A abordagem da professora Célia (EM) é semelhante: "…então eu ensinei com o método convencional, e para as atividades práticas só realizava (…) demonstração". E a professora Filia (EC) propõe aos alunos algumas tarefas do manual *prátika* para casa, entregando os seus trabalhos na aula seguinte. Desta forma, não monitoriza o trabalho dos alunos nas tarefas propostas, pelo que não se pode aperceber atempadamente das estratégias que cada grupo está a usar, nem das dificuldades que os alunos estão a sentir, informações cruciais para uma boa condução da discussão coletiva.

A professora Esa (EM) relata a sua estratégia para lutar contra a falta de tempo: seleciona um representante de cada grupo de alunos e, em horário extracurricular, realizam as tarefas do manual *prátika* com a sua supervisão. Deste modo, estes alunos funcionam como monitores ou tutores da atividade matemática dos seus colegas de grupo na aula seguinte, em que todos realizam as tarefas que estes já completaram. Na opinião da professora, "isso vai ajudar e facilitar o trabalho com cada grupo dos alunos na sala de aula [e melhorar as] aprendizagens".

Se alguns professores referem a escassez de recursos necessários ao trabalho exploratório proposto no manual *prátika* – "não há matéria prático (materiais manipulativos) que inadequados e insuficientes (Célia, EM) – outros há que realçam a facilidade com que se encontram ou constroem os materiais e recursos recomendados no manual *prátika*: "É muito fácil de encontrar em vários lugares, até mesmo a maior parte do material é lixo. Então, é muito bom e barato!" (Frélio, EB). Assim, os dados também sugerem que a questão dos recursos materiais para trabalhar as tarefas propostas no manual *prátika* pode estar relacionada com uma conceção menos aberta à utilização das tarefas contidas nesse manual e não tanto com as dificuldades logísticas que os professores enfrentam nas escolas.

Mais fácil de observar em sala de aula, mas mais difícil de ser assumida pelo próprio, está a falta de um conhecimento matemático sólido do professor que lhe permita ensinar, com confiança e segurança, os conteúdos matemáticos do programa recorrendo à resolução de tarefas com algum grau de exigência cognitiva. Como explica a professora Esa (EM), "Antes de fazer formação sobre os dois manuais, havia conteúdos que não compreendia e foi difícil, não os ensinava, porque não soubemos explicar aos alunos". Se, a estas dificuldades assumidas, juntarmos as dificuldades diversas que uma abordagem *prátika* exige, este problema ganha outras proporções. A maioria dos professores observados não conduziu o ensino segundo uma abordagem *prátika*, o que pode estar associado às lacunas existentes no seu conhecimento matemático, mas também a uma noção pouco clara do que essa abordagem envolve e exige do docente. O trabalho colaborativo entre docentes, dentro e fora da escola, é uma das formas adotada para fazer face às dificuldades sentidas ao nível do conhecimento matemático. Por exemplo, a professora Filia (EC) refere explicitamente que, "quando teve dificuldades [em] alguns

conteúdos ou tarefas destes manuais (…) [consultou] outros amigos professores de matemática que tinham bom conhecimento [matemático] e experiência" letiva.

Os professores referem frequentemente as dificuldades que sentem ao nível da Língua Portuguesa. Apesar de os manuais estarem ambos em versão bilingue, a complexidade da linguagem, sobretudo no manual do aluno, coloca obstáculos à compreensão dos assuntos que têm de ensinar e que os alunos têm de aprender. A professora Filia (EC) refere que "há alguns vocabulários [tanto em Português como em Tétum] que têm significado mais elevado [isto é, difícil de entender] para mim e [para] os meus alunos". A professora Elva (EB) acrescenta que "a tradução para Tétum nem sempre está correta e não é fácil traduzir termos específicos de matemática para Tétum", deixando um alerta para a necessidade de uma revisão cuidada da linguagem usada em ambos os manuais. Por outro lado, é referida também a existência de contextos das situações propostas no manual do aluno que não são relevantes para a realidade de Timor-Leste, acrescentando mais um nível de dificuldade à compreensão dos assuntos (bem como à motivação dos alunos para resolver as tarefas): "tem a desvantagem de haver vários exemplos e contextos do livro [do aluno], menos relevantes para a situação real de Timor-Leste (…) mais focado com a situação em Portugal (Lila, EM).

IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Este estudo sugere várias áreas de intervenção necessária ao nível da formação contínua de professores. É necessário ampliar o seu conhecimento matemático, pois este condiciona a qualidade das experiências matemáticas proporcionadas aos alunos, em particular, o potencial das tarefas do manual *prátika* para apoiar uma aprendizagem da Matemática. Outra área de intervenção diz respeito à necessidade de os professores compreenderem o que está envolvido numa abordagem *prátika* ao ensino-aprendizagem da Matemática, em particular fazendo emergir conhecimento matemático (novo) das explorações matemáticas realizadas (nas quais o manual *prátika* tem um papel determinante) e focando as conexões da matemática escolar com o dia-a-dia dos alunos, para que a Matemática se torne mais relevante, útil e motivadora para eles. É também necessária uma revisão cuidada da linguagem dos dois manuais, tornando-a mais acessível e clara, bem como uma revisão aprofundada das orientações metodológicas que são dadas aos professores para a articulação dos dois manuais. É preciso explicitar de forma muito clara a abordagem *prátika* que se pretende e como trabalhar as tarefas dos dois manuais de modo a que essa abordagem seja uma realidade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente apoiado pelo CMUP (com a referência UID/MAT/00144/2019), financiado pela FCT através de fundos nacionais (MCTES) e fundos estruturais europeus, via FEDER, sob o acordo de cooperação PT2020.

REFERÊNCIAS

Finish National Board for Education (FNBE). (2014). *National core curriculum for basic education*. Helsínquia, Finlândia: FNBE.

Gabrielson, C. (2016, 28 de junho). Teacher training in the mountains of Timor-Leste. Disponível em *timorpratika.wordpress.com/2016/06*.

Homi Bhabha Centre for Science Education (HBCSE, 2018). *Assessing teachers' and students' response to implementation of prátika and its impact in Timor-Leste*. Mumbai, India: Tata Institute of Fundamental Research.

Ministry of Education of Singapore (MES) (2009). *The Singapore model method for learning mathematics.* Singapura: Marshall Cavendish Education.

Ministério da Educação de Timor-Leste (METL). *Programa de matemática do 3º ciclo do ensino básico*. Dili, Timor-Leste: METL.

METL (2015a). *Manuál prátika matemátika: Ensinu básiku siklu tolu*. Dili, Timor-Leste: METL.

METL (2015b). *Matadalan – Manuál prátika matemática: Ensinu básiku siklu tolu [Manual do professor de Matemática: 3.º ciclo do Ensino Básico].* Dili: Timor-Leste: METL.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

NCTM (2007). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all.* Reston, VA: NCTM.

Oliveira, H., Menezes, L., & Canavarro, A. P. (2013). Conceptualizando o ensino exploratório da Matemática: Contributos da prática de uma professora do 3.º ciclo para a elaboração de um quadro de referência. *Quadrante, 12*(2), 29-53.

Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. In N. Planas (Coord.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83-98). Barcelona, Espanha: Graó

Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Skemp, R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching, 77*, 20-26.

Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Helping teachers learn to better incorporate student thinking. *Mathematical Thinking and Learning, 10*(4), 313–340.

Yin, R. (1993). *Applications of case study research.* Beverly Hills, CA: Sage Publishing.

COMO PRODUZIR A TERRA SEM AS CIÊNCIAS DA TERRA? UM ESTUDO DE CASO

Gleise Dos Santos, Celso Dal Ré Carneiro

Insitituto de Geociências, Unicamp (BRASIL)
gflorya@gmail.com

Resumo

O uso do solo pelas atividades antrópicas tem sido considerado somente pelas necessidades humanas, o que na atualidade já não pode ser o item mais relevante. Visando a sustentabilidade ambiental e social, o planejamento e gerenciamento da produção de alimentos surgem como desafios aos produtores e especialistas que trabalham diretamente nesta atividade. Neste sentido, a educação profissional tem despontado como ferramenta de qualificação da mão de obra em busca da sustentabilidade ambiental, econômica e social. Assim, investir na educação técnica profissional como um modo de qualificar mão de obra juvenil não é só mais uma questão de ingresso no mercado de trabalho. Os egressos deveriam ser os profissionais capacitados para definir medidas de minimização e mitigação de impactos ambientais no meio, neste estudo de caso, especificamente o "solo". No caso da Argentina, a educação envolve a Educação Técnica Profissional no curso Técnico em *Producción Agropecuaria*. Nesses cursos, as Ciências da Terra proporcionam a visão sistêmica do planeta Terra, oferecendo relevante contribuição no processo de ensino-aprendizagem, mormente nas disciplinas que compõem os currículos de formação técnica profissional integrada à formação geral de nível médio. Para analisar o contexto educacional argentino, realizou-se um levantamento das leis que regem a educação no país e as propostas curriculares oferecidas, de modo a situar por meio desses documentos a possível presença ou ausência de conteúdos de Ciências da Terra. O estudo apontou que em um curso de formação profissional sobre o uso da terra, com uma extensa carga horária e trajetória formativa, cujo laboratório de aprendizagem é a natureza, é incongruente a falta das Ciências da Terra na construção do processo de aprendizagem. As causas da escassez desses conteúdos nos currículos de formação técnica profissional de devem a uma série de conflitos no próprio sistema educacional argentino, que impedem o desenvolvimento de competências cidadãs e revelam consequências ambientais negativas. O atual desenho curricular reúne uma gama de informações tecnológicas, desprovidas de embasamento científico, que privilegiam a aplicabilidade. A necessidade de se discutir currículos de formação profissional para o perfil exigente do novo século é imprescindível e urgente, pois o mercado de trabalho requer contínua atualização das formações e qualificações profissionais. Assim, a educação deve se adaptar às novas necessidades, oferecendo cursos de qualidade, solidamente apoiados no desenvolvimento da Ciência.

Palavras-chave: Currículo; Ciências da Terra; Ensino Técnico; Produção Agropecuária

INTRODUÇÃO

A capacidade de suporte das atividades humanas em relação ao planeta vem sendo questionada há tempos consideráveis. O planejamento e gerenciamento do uso do solo assumem tamanha importância ambiental, que não basta considerar as necessidades das sociedades; é preciso levar em conta as potencialidades e possibilidades do meio. Cotidianamente, surgem novos desafios, que exigem novos investimentos, novos profissionais e especialistas habilitados, tanto para lidar com os problemas, como para procurar soluções.

Para Marques, Praia e Trindade (2000), a educação em Ciências da Terra faz-se presente na formação e desenvolvimento de profissionais de diversas áreas, sendo "necessário sensibilizar e conscientizar os cidadãos-alunos para tomadas de posição mais esclarecidas, mais interveniente em relação ao futuro, alertando-os para as consequências, muitas já irreparáveis de natureza ambiental" (pp. 18-19).

Desta forma, a alfabetização geocientífica na educação básica formaria cidadãos mais "cientificamente politizados" em relação às questões econômicas, políticas, ambientais, e de saúde; são cidadãos que ocupam as paisagens locais, regionais, mundiais, e que são

gerenciados pelo sistema capitalista de produção e por diferentes regimes políticos e econômicos. Segundo Lacreu (2017, p.3),

> a alfabetização científica é necessária para melhorar a qualidade da participação do cidadão na tomada de decisões, nas políticas econômicas desenvolvidas em diferentes setores (por exemplo: projetos legislativos em escala municipal, provincial e/ou nacional), bem como nas audiências públicas realizadas quando são realizadas obras que têm impacto sobre o meio ambiente.

O autor salienta ainda que tal participação é oportuna e relevante. A aprendizagem pela "alfabetização nas ciências da natureza" (Pedrinaci et al, 2013, p.118), traduz-se na necessidade da conscientização de cada indivíduo sobre os processos atuantes no âmbito das esferas terrestres. A educação básica é a porta de entrada para o conhecimento científico a ser explorado pelos estudantes de modo a iniciarem a construção de uma visão sistêmica do planeta Terra.

Para Bonito (2001, p.20),

> A inclusão das Geociências na formação geral e específica do cidadão, desde os níveis básicos da educação, contribui com uma forte componente do meio ambiente, conhecimentos básicos acerca de processos físicos, químicos e biológicos que têm lugar nas proximidades do indivíduo, desenvolvendo-se um respeito pela natureza, evitando acções que supõem alterações indesejadas e irreversíveis do meio ambiente.

A visão sistêmica do planeta Terra oferece relevante contribuição no processo de ensino-aprendizagem, principalmente às disciplinas que também compõem os currículos de formação técnica profissional integrada à formação geral de nível médio.

Estudos sobre currículos de formação integrada são recentes, em especial estudos sobre conteúdos geocientíficos presentes neste tipo de formação, ou seja, a formação técnica profissional.

A partir desses pressupostos, realizou-se um estudo de caso sobre a Educação Técnica Profissional (ETP) de nível médio na Argentina, com foco no currículo do curso Técnico em Producción Agropecuaria.

Dentro do sistema educativo argentino, embasado pela Ley de Educación Nacional (Ley Nº 26.206/2006), a Educação Técnica Profissional é referenciada no artigo 38, como sendo vinculada ao nível secundário de ensino:

> ARTÍCULO 38.- La Educación Técnico Profesional es la modalidad de la Educación Secundaria y la Educación Superior responsable de la formación de técnicos medios y técnicos superiores en áreas ocupacionales específicas y de la formación profesional. La Educación Técnico Profesional se rige por las disposiciones de la Ley Nº 26.058, en concordancia con los principios, fines y objetivos de la presente ley. Esta modalidad se implementa en las instituciones de gestión estatal o privada que cumplen con las disposiciones de la Ley Nº 26.058"(p. 8).

A ETP de nível médio na Argentina é regulada pela Ley Nº 26.058/2005, a qual regulamenta e ordena a educação técnica profissional de nível médio e superior universitário da formação profissional, buscando revitalizar o ensino desenvolvido em escolas técnicas do país. A Educação Técnica Profissional deve promover a aprendizagem de conhecimentos, capacidades, habilidades, valores e atitudes relacionadas com o desempenho das funções profissionais e do contexto sócio produtivo.

Cabe ressaltar a relação entre os artigos 3º e 7º, da referida lei, os quais apontam como finalidade a formação humanística e cidadã pela formação científica e tecnológica, desenvolvendo nas pessoas capacidades laborais para inserção no mundo do trabalho.

A oferta formativa, ou seja, o currículo para a ETP sustenta-se nos artigos 21 a 25, da lei supracitada, os quais deixam claro que as definições dessas ofertas formativas devem obedecer aos Marcos Referenciais (MR) elaborados pelo INET (Instituto Nacional de Educação Tecnológica), devem ter duração mínima de seis anos, e a estrutura curricular deve ser composta por áreas relativas à formação geral, à formação científico-tecnológica, à formação técnica-específica e às práticas profissionalizantes, obedecendo ainda as cargas horárias mínimas previstas.

Especificamente, o artigo 25 diz que as autoridades educativas jurisdicionais formularão seus planos de estudos e estabelecerão a organização curricular adequada ao desenvolvimento da

formação profissional ofertada. Deve-se lembrar de que os serviços educacionais argentinos são oferecidos pelas províncias, ou seja, a educação não é um processo centralizado e sim segmentado (Melo, 2010, p.1).

A partir do Marco Referencial do curso Técnico em Producción Agropecuaria, e da estrutura curricular da Escuela de Agricultura, da Universidad Nacional de Cuyo, Província de Mendonza, segue uma análise sobre a questão dos conteúdos geocientíficos nos currículos da ETP.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS

As Geociências no curso Técnico em Producción Agropecuaria

O Marco de Referência para processos de homologação de títulos de técnico nível médio tem por objetivos organizar de forma similar a educação técnico-profissional, respeitando as diversidades regionais das propostas formativas, garantir aos egressos os estudos reconhecidos em qualquer jurisdição, promover a qualidade, pertinência e atualização das ofertas formativas (Resolución CFE Nº15/07).

O Marco Referencial do curso Técnico em *Producción Agropecuaria* foi elaborado em 2007, pelo INET, seguindo a Resolución CFE Nº15/07, e apresenta três capítulos: (1) Identificação do título – faz referência à denominação do curso, à família do perfil profissional, e ao nível e âmbito da trajetória formativa; (2) Referência ao Perfil Profissional – apresenta as funções, habilitações e áreas de aplicabilidades ocupacionais; (3) Trajetória Formativa – apresenta as áreas de formação, e as cargas horárias mínimas.

A trajetória formativa apresentada pelo Marco de Referência indica as áreas de:

a. Formação Geral: composta por disciplinas de nível médio de caráter propedêutico, que preparam o cidadão para uma vida ativa, crítica, cultural, política e econômica, desenvolvendo postura ética e social.
b. Formação Científico-Tecnológica: apresentam a ciência e a tecnologia, que sustentam os conhecimentos do campo profissional, no caso a produção agropecuária. Fazem parte dessa formação as áreas da matemática, física, química, biologia, agroecologia, socioeconómica e tecnologia.
c. Formação Técnica Específica: compõem esta formação as áreas relacionadas aos problemas de organização e gestão de empresas agropecuárias.
d. Práticas Profissionalizantes: são estágios supervisionados que permitem a aplicação da formação construída nos campos de formação descritos anteriormente.

A carga horária mínima total, obedecendo a seis anos letivos, deve ser de 6.480 horas-relógio, distribuídas entre as quatro áreas de formação segundo a tabela 1:

Tabela 1. Carga horária sugerida pelo Marco Referencial

Formação	Horas-relógio
Geral	2.500
Científico -Tecnológica	1.700
Técnica Específica	2.000
Práticas Profissionalizantes	200

Diante destas diretrizes, cada província pode estruturar, de acordo com a Ley Nº 26.058/2005, sua matriz de aprendizagem, isto é, quais disciplinas serão oferecidas, em que momento da trajetória formativa e com qual carga horária, obedecendo aos conteúdos mínimos ditados pelo MR e pelo Ministério da Cultura e Educação.

Após a leitura da estrutura curricular da Escuela de Agricultura, da Universidad Nacional de Cuyo, observaram-se os seguintes fatos documentais:

1. O curso de Técnico em Producción Agropecuaria é desenvolvido em seis anos letivos, com 6.578 horas-relógio distribuídas entre as quatro áreas de formação de acordo com a tabela 1.

Tabela 2. Carga horária do curso de Técnico em Producción Agropecuaria da Escuela de Agricultura, Universidad Nacional de Cuyo

Formação	Geral	Científico - Tecnológica	Técnica Específica	Práticas Profissionalizantes
	Língua Estrangeira - Inglês	Físico-química	Representação Gráfica	
	Língua e Literatura	Química I e II	Desenho Multimedial	
	Educação Física	Química Orgânica	Economia	
	Educação Artística	Química Aplicada	Organização e Gestão de Empresas	
	História	Física I, II e III	Gestão Comercial	
	Geografia	Biologia I, II e III	Marco Jurídico	
	Orientação Vocacional	Fisiologia Vegetal	Higiene e Segurança	
	Psicologia	Genética	Bases Bioagropecuárias	
	Formação Ética e Cidadã	TIC	Agroecologia	
	Problemática Filosófica	Tecnologia de Controle	Produção de Plantas	
			Máquinas e Implementos	Práticas Profissionalizantes
			Forrageiras e Manejo de Pastagens	
			Manejo de Recursos de Solo e Água	
			Produção Hortícola	
			Produção Animal	
			Processos e Bases para a Indústria Agropecuária	
			Produção Vitícola	
			Produção Frutícola	
			Produção Animal II	
			Enologia	
			Produção de Bovinos	
			Industrialização de Carnes	
			Formulação e Evolução de Projetos	
Horas-relógio	2.522	1.752	2.088	216

2. As disciplinas que apresentam conteúdos relacionados às geociências são Geografia, Agroecologia, Manejo de Recursos de Solo e Água, Física I e Física II.

A disciplina de Geografia é lecionada nos três primeiros anos letivos, faz parte da área de formação geral, e tem carga horária mínima de 72 horas-relógio anuais. Dentre seus conteúdos encontram-se as condições naturais do território argentino, problemas ambientais e catástrofes naturais, a relação "sociedade X natureza" e o manejo de recursos naturais, e a distribuição mundial de recursos naturais. São conteúdos geocientíficos inseridos em geografia.

Física I e Física II, disciplinas constituintes da área de formação científico-tecnológica, presentes no segundo e terceiro anos letivos, respectivamente, com 72 horas-relógio cada uma, apresentam como temas relacionados às geociências "energia; fontes de energia; e energias alternativas", e ainda "atmosfera terrestre e pressão atmosférica".

Na formação técnica-específica a disciplina de Agroecolgia, ministrada no segundo ano, em 96 horas-relógio, apresenta dentre os temas a serem trabalhados a questão do "solo: estrutura, textura e composição", "água, qualidade e disponibilidade", "processos e causas de erosão hídrica e eólica", "desertificação e salinização, "elementos de climatologia e meteorologia". No quarto ano letivo, a disciplina de "Manejo de recursos: suelo y agua", com 96 horas-relógio, apresenta entre seus temas alguns ligados às Geociências: "qualidade do solo para um ambiente sustentável: propriedades físicas, químicas e biológicas indicadoras de qualidade"; "ciclo hidrológico, águas superficiais, águas subterrâneas e formação de aquíferos".

3. As cargas horárias das disciplinas citadas, de 72 e 96 horas-relógio, correspondem a 1,1% e 1,5%, respectivamente, em relação à carga horária total do curso.
4. O ano letivo possui 36 semanas efetivas trabalhadas, nas quais são distribuídas até 48 horas cátedras semanais (quinto ano).

Ao analisar a estrutura curricular apresentada aponta-se a necessidade de uma base geocientífica bem construída ao longo da aprendizagem, caso já não tenha sido contemplada na Educação Geral Básica.

Desta forma alguns questionamentos devem ser feitos:

a. Como construir uma base geocientífica ao longo da aprendizagem com uma mínima carga horária disponível, para um mínimo de assuntos relacionados às Geociências entremeados às disciplinas?
b. A quantidade mínima de temas geocientíficos encontrados na estrutura curricular são suficientes para o alcance do perfil profissional ao longo dos seis anos letivos?
c. Algumas das funções a serem exercidas pelo profissional estão diretamente ligadas não só a área do conhecimento produtivo agropecuário, mas também aos conhecimentos geocientíficos, como por exemplo "Formular el proyecto productivo de la explotación en función de sus objetivos y recursos disponibles" (Consejo Federal de Educación, Marco Referencial de Producción Agropecuaria, 2007, p. 3); como formular um projeto produtivo sem reconhecer os recursos disponíveis que não se restrinjam somente a solo e água?

Em um curso de formação profissional sobre o uso da terra, com uma extensa carga horária e trajetória formativa, no qual o laboratório de aprendizagem é a natureza, é incongruente a falta das Ciências da Terra na construção do processo de aprendizagem.

CONCLUSÕES

A situação apresentada reflete o que já foi tratado por Lacreu (2012), em seu artigo Raices Politicas del Analfabeltismo Geologico, no qual ele aponta uma série de conflitos na educação argentina que reduziram os conteúdos geológicos dos currículos educacionais desde a educação básica geral. Reconhecem-se conflitos de natureza político-ideológica, voltados a uma política econômica neoliberal, a qual atende aos interesses de grandes grupos capitalistas; conflitos na própria educação argentina, pela homologação da Resolução CFE 84/2009 que distribui o ensino das ciências naturais entre as disciplinas de física, química e biologia; conflitos corporativos na educação secundária, ou seja, professores despreparados para o ensino de ciências naturais, necessitando serem capacitados para tal exercício; conflitos acadêmicos, isto é, os formandos em geologia não são academicamente docentes, faltando-lhes preparo pedagógico; e conflitos sobre a própria alfabetização geocientífica, que se constitui na necessidade de se reavaliar

conceitos, ideias, teorias e processos para a construção de novos conhecimentos. O autor mesmo alerta que a falta de conhecimento geocientífico impede o desenvolvimento de competências cidadãs e revelam consequências ambientais negativas.

Deve-se ressaltar que dentre o perfil geral do aluno egresso que a Escuela de Agricultura define como competência a ser desenvolvida é "Adopción de actitudes conscientes, responsables y participativas en su papel de ciudadano de un país democrático" (Universidad Nacional de Cuyo, 2012, p.3). Um tanto quanto contraditório no que diz respeito à ausência dos conhecimentos geocientíficos no seu próprio currículo, quando este tem por finalidade desenvolver também competências cidadãs.

Cabe, no momento, aos conselhos e comissões nacionais que lutam pela reintrodução mais efetiva das Geociências nos currículos oficiais da educação argentina, atentarem também ao ensino técnico profissional de nível secundário, cujo desenho curricular se revela como uma gama de informações tecnológicas que privilegiam a aplicabilidade, desprovidas de embasamento científico.

É evidente a necessidade de se discutir currículos de formação profissional para o perfil exigente do novo século.

REFERÊNCIAS

Bonito, J. (2001) Ensino e Educação em Geociências. In J. Bonito (Ed.), *As atividades práticas no ensino das geociências: um estudo que procura a conceptualização. Temas de investigação, 17*. (pp. 19-31). Lisboa, Portugal: Instituto Inovação Educacional.

Consejo Federal de Educación. Marco Referencial de Producción Agropecuaria (2007). Resolución CFE nº 15/07 de 19 de Setiembre. Retirado de https://tinyurl.com/w6uwaks

Lacreu, H. (2017). The Social Sense of Geological Literacy. *Annals of Geophysics, 60*, 1-6. doi:10.4401/AG-7558.

Marques, L., Praia, J. & Trindade, V. (2001). Situação da Educação em Geociências em Portugal: Um confronto com a investigação didáctica. In L. Marques e J. Praia (Coords), *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário* (pp. 17-38). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Melo, S. D. G. (2010). Políticas para o ensino médio e a educação profissional no Brasil e na Argentina: convergências, diferenças e consequencias sobre o trabalho docente. In *VI Jornadas de Sociología de la UNLP.* La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Retirado de https://www.aacademica.org/000-027/555

Ministerio de Educación (2005). Ley No. 26.058/2005 de 8 de Setiembre: Ley de Educación Tecnica Profissional. *Boletin Oficial de La Republica Argentina*, Año CXIII, nº 30.735, 01-05. Retirado de https://tinyurl.com/wuwo3qb

Ministerio de Educación (2006). Ley No. 26.206/2006 de 27 de Deciembre: Ley de Educación Nacional. *Boletin Oficial de La Republica Argentina***,** Año CXIV, nº 31.062, 01-10. Retirado de https://tinyurl.com/we7m5ht

Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, A. … Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra**.** *Revista de la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 21*(2),117-129.

Universidad Nacional de Cuyo (2012). *Propuesta Curricular Técnico en Producción Agropecuaria*, Mendoza, Argentina. Retirado de https://tinyurl.com/sjd4wo6

FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA: ARTICULANDO TRABALHO, SOCIEDADE, CIÊNCIA E EDUCAÇÃO NUMA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA

José Vieira do Nascimento júnior[1], Edilson Fortuna de Moradillo[2]

[1]Universidade Estadual de Feira de Santana (BRASIL)
[2]Universidade Federal da Bahia (BRASIL)
jvnjunior@hotmail.com

Resumo

O curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Bahia-Brasil em 2007 teve o seu currículo modificado com o objetivo de adequá-lo às novas diretrizes curriculares de formação de professores e atender às demandas sociais. A Dimensão Prática do currículo teve destaque, pois foi aí que avançamos, principalmente nas discussões filosóficas e históricas, com o objetivo de superarmos a concepção de ciência/química de cunho empírico-analítico e de educação idealista, se tornando um campo fértil para as pesquisas do nosso Núcleo de Pesquisa em Ensino de Química. Após onze anos de implementação do novo currículo, novos ajustes estão sendo feitos para cumprir a legislação e corrigir os novos problemas detectados. Neste artigo trazemos um relato de experiência e de pesquisa qualitativa, de uma disciplina, denominada Trabalho, Sociedade, Ciência e Educação, que foi estruturada e está sendo testada, para fazer parte da nova matriz curricular. Nesse curso, utilizamos a abordagem sócio-histórica, através da articulação da história e filosofia do ser social, da ciência e da educação. Entendemos que não temos como ensinar ciência e tratar sobre ciência – produto e processo – sem levarmos em consideração o ser social que produz a ciência, assim como não temos como discutir educação e propostas pedagógicas sem discutir o ser social que educa e é educado. A história da ciência e da educação fazem parte da história do ser social. Metodologicamente, o curso foi estruturado com base no referencial do materialismo histórico-dialético, tendo na categoria trabalho o fundamento último para entender as relações sociais historicamente constituídas. O programa do curso priorizou os assuntos relacionados à ontologia do ser social, à economia política a partir da teoria do valor-trabalho, à história da ciência e da educação com prioridade na constituição da ciência e educação moderna e contemporânea. As atividades selecionadas levaram ao estudo e discussões sobre a gênese e desenvolvimento do ser social com implicações na concepção de sociedade, conhecimento, ciência, educação e de processos de ensino e de aprendizagem, além das questões relacionadas com a ética, política e meio-ambiente. Participaram dessas atividades estudantes de graduação e pós-graduação, professores do ensino básico e universitário e um profissional da química, num total de 16 cursistas. Os participantes foram avaliados de acordo com os seminários apresentados, sínteses e discussões realizadas. O resultado mais importante da pesquisa, podemos dizer, foi a problematização com relação à concepção do método trabalhado, com realce para a relação singular, particular e universal da realidade social, no seu movimento histórico, para dar conta da existência humana, sempre articulando o categorial/lógico e histórico como dimensões ontológicas da realidade social. Assim, foi possível analisar, no conjunto, aspectos da história e filosofia do ser social, da ciência e da educação, imprimindo movimento à realidade social e no fazer histórico do ser social para dar conta da sua existência, onde a ciência e a educação são partes constitutivas de uma totalidade social, aberta, sempre em processo, sem fim predeterminado e contingente, onde a ética imanente passa a ser um valor imprescindível. Desta forma, acreditamos ser possível avançar nos cursos de formação de professores no sentido de superarmos a concepção de ciência/química de cunho empírico-analítico e de educação idealista.

Palavras-chave: formação de professores; abordagem sócio-histórica; ensino de química.

INTRODUÇÃO

A partir da problemática da hegemonia das pedagogias do aprendera aprender, tecnicismo e da escola tradicional, que temos nos contraposto, e da necessidade de superação do modelo empírico-analítico na educação científica, propusemos para a formação de futuros educadores

da área das ciências da natureza/química uma abordagem contextual das ciências dentro da perspectiva sócio-histórica, através de um componente curricular, na forma de disciplina, do curso de Licenciatura em Química o Instituto de Química (IQ) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Brasil.

Para isso, em primeiro lugar, enfrentamos na disciplina o chamado recuo teórico na formação de professores (Moraes, 2003), onde as questões filosóficas e históricas da formação do ser social, da ciência e da educação geralmente não são abordados ou quando são, são feitos de forma idealista ou empobrecidas das suas determinações históricas, transformando o processo de formação de professores em técnicas de domínio de sala de aula, de questões metodológicas e/ou de simples conhecimento do conteúdo específico a ser trabalhado em sala de aula na sua vertente empírico analítica.

Nessa proposta curricular trazemos os elementos Sociedade, Trabalho, Ciência e Educação para a formação professores de Química, tendo a categoria *trabalho* como fundante do ser social e matriz dos conhecimentos produzidos historicamente. Sendo assim, uma categoria central em nossa proposta.

O trabalho passa a ser o fio condutor para entender como o homem (ser social) se torna homem, como o homem faz perguntas e dá respostas, como o homem ao conhecer transforma a si e ao entorno permanentemente, em síntese, como o homem se humaniza. O Homem não nasce homem, se faz homem (Saviani, 1995; Marx; Engels, 2007; Lukács, 2010). Esse ser social insere-se na tríade eu-nós-natureza. A consciência desse ser como parte da natureza dentro de um quadro das relações sociais implica que o homem não pode sobreviver sem ela pois é da natureza que ele retira o seu sustento. Essa é sua condição “eterna” enquanto espécie *homo sapiens* (Marx, 1980). Além disso, ele precisa se organizar socialmente para produzir, consumir e distribuir. Esses elementos se constituem num dos pontos fundamentais do processo de luta pela sobrevivência pois é esse ser social que vai cada vez mais se afastar da sua animalidade, ele vai produzir o novo permanentemente e várias variedades de objetivações sociais vão sendo constituídas, por exemplo, ele produz machado, do ponto de vista dos objetos materiais, produz valores sociais, produz ideias e instituições, assim, ele produz o que chamamos de *cultura*. Portanto, segundo Marx (2006) e Marx e Engels (2007), cultura é o que se produz a partir das relações materiais e sociais, tem a ver com as objetivações humanas para dar conta da vida, para dar conta da reprodução humana.

Assim, a partir da categoria trabalho é possível articular outras categorias macroestruturais, importantes para a formação de professores, como sociedade, ciência e educação, cada uma com suas especificidades, trabalhando-as numa unidade dialética tendo como pano de fundo a história e a filosofia do ser social, da ciência e da educação para entender, compreender e explicar a sociedade hodierna, onde predomina a produção do capital como raiz da produção da nossa existência a partir do trabalho.

Esses elementos se articulam com os princípios da Pedagogia Histórico-Crítica – PHC (Saviani, 2006) e da Psicologia Histórico-Cultural – PsiHC, que é uma teoria voltada para o desenvolvimento humano (Martins, 2013). Tanto a PHC como a PsiHC têm sido trabalhadas nos nossos cursos como suporte principal dos processos de ensino e aprendizagem na busca do desenvolvimento psíquico do aluno, nas suas máximas possibilidades atuais.

Importante frisar que não dissociamos a análise da educação e sociedade, assim como procuramos articular o tempo todo a educação, a escola e a sala de aula. Por isso a necessidade de articular educação, escola e sala de aula, considerando a escola como uma parte do sistema educacional e a sala de aula como parte do sistema escolar. Portanto, em nossa análise, a sala de aula não deve ser dissociada do contexto escolar, educacional e social.

Este componente curricular não foi a primeira experiência acadêmica com esse tipo de enfoque. Temos trabalhado desde 2007 em outros cursos e disciplinas, trazendo a discussão sobre a categoria trabalho em educação com o aporte teórico do materialismo histórico dialético e da PHC como paradigmas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No curso em tela, iniciamos por uma simples e primeira constatação empírica que precisamos fazer: é que o homem (ser social) para viver a vida precisa em primeiro lugar estar vivo e para

isso precisa no mínimo comer alimentos e beber água, assim como procurar abrigo – habitar – e se proteger das intempéries da natureza.

Assim, a ação de ir na natureza para extrair os meios diretos – aquilo que a natureza disponibiliza de forma direta - e indiretos – os mediadores entre homem e natureza – para a sua sobrevivência é algo que precisa ser feito diuturnamente e, para isso, os coletivos humanos precisam se organizar para consumir, produzir e distribuir. Não há o primeiro primata, no salto ontológico para o ser social a sociabilidade está posta, há um coletivo de primatas. Desta forma, a consciência, como desenvolvimento tardio da matéria, aparece no ser social – o eu - imerso em um coletivo – o nós. Por isso a consciência é sempre a consciência de um ser social nas suas múltiplas determinações para dar conta da sua existência no constante intercambio com a natureza e com os outros membros do coletivo/comunidade.

A partir do trabalho, intercambio material do homem com a natureza, o ser social vai objetivando a sua existência, transformando a natureza para além daquilo que ela disponibiliza de forma imediata, criando mediadores – principalmente instrumentos de trabalho e ideias –, modificando a natureza e a si próprio (e ao coletivo/comunidade) através das subjetivações apoiadas na realidade dada. Desta forma a natureza, como extensão necessária e ineliminável da existência humana, se constitui como nosso corpo inorgânico (Marx, 2006) e no processo de afastamento das barreiras naturais postas para o ser social ela vai se transformando de natureza-natural em natureza-social (Moradillo, 2010).

Então, numa perspectiva histórica - na linha do tempo - há um movimento em um campo de necessidades e possibilidades, que são duas categorias fundamentais no materialismo histórico e dialético. A cada momento, do ponto de vista da reprodução social, novas necessidades e possibilidades são colocadas, é ao ir na natureza para dar conta da sua existência que novos complexos sociais vão surgindo e vão se complexificando, o que caracteriza a sociedade como um complexo de complexos (Lukács, 2010).

Assim sendo, entender essa base material é de fundamental importância para compreender como o homem produz a sua existência e as condições sociais atuais, que são relações predominantemente capitalista. Portanto, os modos de produzir conhecimentos, valores sociais e bens materiais são inseparáveis, são partes de uma mesma totalidade e formam uma mesma unidade nas três grandes dimensões filosóficas: epistemológica/ontológica, ética/política e econômica.

Desta forma, no curso, a partir dessa base filosófica material, tendo como pressuposto os princípios do materialismo histórico e dialético, é que discutimos como o homem se torna homem, sintetizada nos princípios da ontologia do ser social posta por Marx, onde as 11 teses sobre Feuerbach são a base e expressão dessa síntese (Konder, 1992).

Esse ser social insere-se na tríade eu-nós-natureza e precisa, como dito acima, se organizar socialmente para produzir, consumir e distribuir. Aqui, no curso, aparece o outro elemento fundamental para entender o ser social na sua reprodução, e fazemos isso trazendo os elementos básicos da economia política, para entender que o dinheiro, como expressão prática de relações sociais, que aparece como facilitador de trocas de excedentes produzidos por pessoas e/ou comunidades, tem uma base material, tem um lastro, ou melhor, deveria ter[7]. As categorias trabalho abstrato e concreto, mercadoria e produtos do trabalho humano, valor de troca e valor de uso, mais valia absoluta e relativa, trabalho excedente e necessário, dentre outras, são fundamentais para discutir a teoria do valor trabalho.

Neste momento, da discussão da economia política a partir da teoria do valor trabalho, se faz necessário se discutir também todo o movimento que acontece na transição do feudalismo para o capitalismo, onde a ciência moderna vai aparecer, mudando a concepção de natureza e ciência, na chamada revolução científica que acontece a partir dos séculos XVI e XVII, onde o mecanicismo vai se firmar.

Nesta transição, *pari passu*, a burguesia ativa vai estar mudando as feições de uma parte da Europa negando o ócio e fazendo negócio. Do século XV/XVI até o último terço do século XVIII vamos encontrar homens de negócio acumulando dinheiro e uma farta mão de obra sobrando, sem trabalho, oriunda dos feudos em crise. Assim, nessa etapa vamos ter a chamada acumulação primitiva do capital. Do último terço do século XVIII até 1948, vamos ter a

[7] Hoje temos trilhões de "dinheiro" virtual girando pelo mundo, onde grande parte não tem lastro.

consolidação da sociedade capitalista do ponto de vista ideopolítico e técnico-científico, tendo como ícone duas grandes revoluções: a Revolução Francesa (1789) e a Revolução Industrial – primeira etapa (1776 a 1830). Centrado numa região da Europa e se espalhando para a própria Europa e para algumas regiões do planeta, vamos ter a chamada Era das Revoluções por Eric Hobsbawm (2012a). Duas grandes etapas da sociedade capitalista moderna são também discutidas a partir das referências dos livros de Eric Hobsbawm: A Era do Capital (de 1848 a 1875) e a Era dos Impérios (de 1875 a 1914) (HOBSBAWM, 2012b; 2012c).

Nesse período de consolidação da sociedade burguesa é também de fundamental importância discutir o contrato social como expressão do trabalho assalariado, com toda as suas contradições no plano objetivo e subjetivo da realidade social, assim como o movimento das relações de trabalho que sai do típico artesão, passando pela manufatura chegando a maquinaria, onde o trabalhador transita do domínio completo do seu fazer e da posse do mesmo – concepção e execução do trabalho andam juntas no artesanato – até se tornar um apêndice da máquina, onde concepção e execução do trabalho se separam e ele, o trabalhador, se amesquinha, se aliena subjetivamente (com os fragmentos do conhecimento) e objetivamente (o que é produzido não lhe pertence).

A partir dos aportes da ontologia do ser social e das discussões da economia política é possível agora trazer novos elementos sobre a história e filosofia da ciência, principalmente a ciência moderna, e sobre a história e filosofia da educação, ambas tomadas e discutidas na sua relação reflexiva com a base material do homem (ser social) para dar conta da vida, da sua existência, da sua reprodução.

Com relação a ciência moderna os livros de John Bernal, os 7 volumes, são fundamentais e na educação o livro de Anibal Poncé (2007) e de Dermevel Saviani (2007a, 2007b) também são fundamentais, além de outras referências importantes.

Destas discussões também emerge a necessidade de discutir a natureza (aqui aparece as discussões básicas do que denominamos de Educação Ambiental) e sua "destruição" a partir de uma relação social que avança no conhecimento científico, desenvolvendo as forças produtivas e abrindo possibilidades para superar as carências individuais e sociais da reprodução humana – o reino da necessidade pode ser equacionado para todos -, mas, isso não se concretiza devido a lógica da reprodução do capital, onde o ser humano fica subsumido pelo capital, além de fazer isso destruindo as duas forças propulsoras: a natureza e o trabalhador (Marx, 1980). Dessas discussões, sobre Educação Ambiental, temos aportado também a dimensão ética dessa questão, a partir de uma concepção de ética imanente e em contraposição a uma ética transcendente (Lessa, 2007).

Na educação, quando pensamos em transitar nos três segmentos: sala de aula, escola e educação, não podemos perder de vista a sala de aula como uma relação à três: sujeitos (aluno/professor)-saber-trabalho. Sendo assim, os sujeitos - professor e aluno ocupam um dos polos. Nas relações aí contidas, a categoria o trabalho passa a ser fundamental. É a partir dele, de seus fundamentos filosóficos e históricos, dos processos de objetivação nos quais os conhecimentos são produzidos historicamente que ele se torna fundante do *ser social* e base da produção do conhecimento, das questões epistemológicas. É a partir do trabalho que os saberes são gerados, indo além do trabalho de intercâmbio com a natureza, produzindo conhecimento em outras esferas sociais, como é o caso da filosofia, da ciência e da arte, por exemplo, se relacionando historicamente. Tudo isso com o objetivo maior de garantir a reprodução humana.

Do ponto de vista das relações sociedade – educação, onde uma de suas manifestações se dá através da escola, esta tem sua importância para a classe trabalhadora na sala de aula. É aí que teorias pedagógicas como a PHC e PsiHC podem contribuir para a construção desse ser social.

Portanto, é dentro de uma análise histórica dessas condições materiais que propomos a Pedagogia Histórico-Crítica. Ela parte da realidade, da prática social, ou seja, das condições que estão dadas. Isso tudo traz em si contradições, que precisam ser superadas, a exemplo da relação capital/trabalho. Desta forma os conhecimentos específicos da química devem ser trabalhados na sua dinâmica histórica, como parte da história social do homem (do ser social).

Portanto, este aspecto maior, esse campo mais geral aqui da ontologia e da economia política, dessa relação que está em movimento o tempo todo, passa a ser importante para dar conta da educação, a escola e sala de aula, que é nosso objetivo maior num curso de formação de professores.

Deste modo, a análise que a PHC propõe não é uma análise qualquer, nos moldes empírico-analítico ou fenomenológico, mas trata-se de uma análise que abarca a totalidade em seu movimento histórico. Então, a partir da prática social, precisamos entender a forma como a sociedade capitalista se estrutura e quando eu problematizo, essa problematização tende, dentro do possível, a chegar a essa mediação maior. Assim, partimos da prática social, problematizamos e seguimos, num constante movimento de idas e vindas analisando as contradições postas socialmente, rumo aos demais passos da PHC – instrumentalização, catarse e prática social, agora elevada a um outro patamar de entendimento – trazendo as especificidades da área de Química, mas sempre que possível, fazendo conexão com o geral. Assim, é preciso sempre *tencionar* de forma contra-hegemônica (Moradillo, 2010).

Nesse sentido, a PHC é crucial para construção do ser social baseado numa ética imanente, onde o eu-nós-natureza se integre e o anseio coletivo se sobreponha aos anseios particulares. Portanto, apresentamos acima uma abordagem interdisciplinar, que tem uma teoria do conhecimento como modulador, e que articula sociedade, trabalho, ciência e educação numa perspectiva crítico-dialética para o ensino de química que vai tencionar modelos pedagógicos idealistas e/ou biologizantes, de base empírico-analítico, ainda hegemônicos no ensino de química no Brasil.

METODOLOGIA

Este relato de experiência descreve como o objetivo de incorporar experiências pedagógicas no ensino de ciências da natureza/química, articulada com a PHC para a formação de multiplicadores, foi guiado a partir da busca da resposta à seguinte questão: “como contribuir para implantar um modelo pedagógico em escolas do Estado da Bahia, Brasil, que supere a hegemonia dos modelos idealistas e/ou biologizantes, de base empírico-analítico, na formação de futuros educadores da química? Modelos hegemônicos baseados, principalmente, nas pedagogias do aprender a aprender, tecnicismo e da escola tradicional.

A partir desta questão, propusemos uma abordagem contextual das ciências dentro da perspectiva sócio-histórica, onde procuramos não dissociar a história e filosofia da educação e da ciência, da história e filosofia do ser social.

A metodologia adotada parte das contribuições da ontologia do ser social e da economia política a partir da teoria do valor trabalho, com suas implicações na ciência e educação, assim como nas questões políticas, éticas e ambientais. No curso, as exposições e debates propiciaram uma rica análise da realidade social, com suas implicações pedagógicas. As observações e coleta de dados ocorreram ao longo de 1 semestre letivo, entre agosto e dezembro de 2018, totalizando 68 h/aula (cada aula tendo 4h). Participaram dessas atividades estudantes de graduação e pós-graduação, professores do ensino básico e universitário e um profissional da química, num total de 16 cursistas. Isso aconteceu em uma turma do curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal da Bahia. Os participantes foram avaliados de acordo com os seminários apresentados, sínteses e discussões realizadas.

As principais contribuições teóricas da disciplina vieram dos seguintes autores:

- Introdução à Filosofia de Marx, de Ivo Tonet e Sérgio Lessa, Expressão Popular, 2007.
- Economia Política: uma introdução crítica, de José Paulo Neto e Marcelo Braz, Cortez, 2009.
- Obras de Eric Hobsbawm, a exemplo do Longo Século XIX, 3 volumes, Paz e Terra, 2012
- A Ciência na História, de John Bernal, em 7 volumes; Novo Horizonte, 1976
- Educação e Luta de Classes, de Aníbal Ponce, Cortez, 2007.
- História das Ideias Pedagógica no Brasil, de Dermeval Saviani, Autores Associados, 2007.

Estes dois últimos contribuíram para uma análise crítica da educação no geral e no Brasil.

Assim, foi possível analisar, no conjunto, aspectos da história e filosofia do ser social, da ciência e da educação, imprimindo movimento à realidade social e ao fazer histórico do ser social para dar conta da sua existência.

RESULTADOS

Alguns resultados desse trabalho refletem-se de imediato na formação recursos humanos para atuarem na área do ensino, filosofia e história das ciências com ênfase na Química, principalmente na sua vertente sócio-histórica.

Apesar do número total de formandos ainda não ser o ideal, houve um ganho pois deu continuidade às ações de implantar gradualmente a PHC nas escolas públicas no Estado da Bahia – isso porque ao término de 2017 tínhamos dado formação acadêmica e continuada a um total de 1480 professores num processo iniciado em 2007 (Nascimento Júnior, *et al*., 2017).

Outro aspecto importante a ressaltar foi a qualidade da formação, que foi refletida na síntese que os estudantes fizeram a partir da análise dos textos analisados ao longo da disciplina. As ideias centrais sintetizadas pelos participantes das atividades foram:

- as contribuições das obras de Eric Hobsbawm (2012) serviram como alicerce para analisar a revolução industrial, a revolução francesa e o "amadurecer" da sociedade capitalista no final do século XVIII e início do século XIX, com a sedimentação da ciência moderna, na forma de produção de bens materiais que gira em torno da mercadoria - o conceito de mercadoria tornou-se sistêmico -, e seu desdobramentos na concepção de Estado Burguês, com implicações nos conceitos de democracia e nas cartas constitucionais - as Constituições do Estado Burguês - que vão vigorar a partir do século XIX, onde o lema de que somos “iguais”, proprietários privados e “livres” vão "dar o tom", convertendo o trabalho assalariado na base e fundamento da exploração.
- já as obras de J. Bernal (1976), também contribuíram para compreensão do que seja entender a ciência moderna na sua análise epistemológica (a perspectiva de análise internalista da ciência) e dos seus condicionantes sociais: econômicos, políticos e éticos, na perspectiva de análise externalista da ciência.
- da obra de Aníbal Ponce, Educação e Luta de Classes (2007), pôde-se fazer uma análise geral da história da educação na cultura ocidental, o que convergiu para entender como educação brasileira foi concebida.
- através da leitura na obra de Dermeval Saviani: “História das Ideias Pedagógica no Brasil” (2007b), pode-se ter um quadro evolutivo do nosso sistema educacional.

Assim, a conjunção dos elementos acima mencionados contribuiu para uma análise crítica da educação no Brasil numa perspectiva histórico-crítica.

O nível dos debates e o discurso dos participantes da formação evoluiu ao longo do semestre. Houve avanços na tentativa de introduzir no contexto das ciências uma perspectiva sócio-histórica e seus aspectos epistemológicos.

O resultado mais importante foi a problematização com relação à concepção do método trabalhado, com realce para a relação singular, particular e universal da realidade social, no seu movimento histórico, para dar conta da existência humana, sempre articulando o categorial/lógico e histórico como dimensões ontológicas da realidade social. Assim, foi possível analisar, no conjunto, aspectos da história e filosofia do ser social, da ciência e da educação, imprimindo movimento à realidade social e no fazer histórico do ser social para dar conta da sua existência, onde a ciência e a educação são partes constitutivas de uma totalidade social, aberta, sempre em processo, sem fim predeterminado e contingente, onde a ética imanente passa a ser um valor imprescindível.

Estes resultados mostram que podemos e devemos dar continuidade à formação de professores na perspectiva crítico-dialética. Isso na busca da superação, principalmente, das pedagogias do aprender a aprender, principal vertente no ensino de ciências da natureza/química no Brasil, que desqualificam a transmissão de conhecimentos, submetendo o aluno ao espontaneísmo do conhecer, de acordo com suas necessidades pragmáticas. Dessa forma, tenta-se evitar que esse aluno se torne escravo dos cárceres do cotidiano e tenha minimizado o esvaziamento dos conhecimentos históricos e socialmente relevantes produzidos pela humanidade.

CONCLUSÕES

Utilize o número de secções/subsecções que considere necessárias A partir desta experiência concluímos que por um lado é possível realizar um trabalho bem-sucedido de implantação de

um modelo pedagógico com base na perspectiva sócio-histórica e que tem na Pedagogia Histórico-Crítica sua principal referência. Isso se contrapõe aos modelos pedagógicos de viés idealista e/ou biologizante, de base empírico-analítica, ainda dominantes no sistema público de ensino na Bahia-Brasil, que se baseiam, principalmente, nas pedagogias do aprender a aprender, no tecnicismo e no ensino tradicional. Por outro lado, temos que admitir que ainda falta muito para superar os modelos pedagógicos hegemônicos fortemente arraigado na formação de professores.

Quanto à aplicabilidade da Pedagogia Histórico-Crítica na formação de professores, isto já é uma realidade. Ela constitui-se hoje num instrumento qualificado para essa finalidade no Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, propiciando a seus egressos orientação através dessa pedagogia, para fazerem intervenções didático-pedagógicas nas escolas baianas.

Dessa forma, concluímos, que esse novo componente curricular denominado "Trabalho, Sociedade, Ciência e Educação" pode contribuir para a formação de professores na perspectiva crítica-dialética (sócio-histórica) ao procurar analisar a realidade social no seu movimento histórico, tendo como base a reprodução humana a partir do trabalho, e sem dissociar a história e a filosofia da ciência e da educação da história e filosofia do ser social; elevando a consciência dos alunos para além da aparência, da realidade alienada e alienante da sociedade reprodutora do capital, potencializando assim a luta pela emancipação humana.

REFERÊNCIAS

Bernal, J. D. (1976) *A ciência na história*. Lisboa: Livros Horizonte.

Hobsbawn, E. J. (1988). *A era dos impérios: 1875 - 1914*. (S. M. Campos & Y. S. Toledo trans). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Hobsbawn, E. J. (1995). *Era dos extremos. O breve século XX- 1914, 1991*. São Paulo: Companha das Letras.

Hobsbawn, E. J. (2010a). A era dos impérios: 1875-1914. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Hobsbawn, E. J. (2010b). A era dos impérios: 1875-1914. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Hobsbawn, E. J. (2010c). A era dos impérios: 1875-1914. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Konder, L. (1992). *O futuro da filosofia da práxis: O pensamento de Marx no Século XXI* (2 ed.) Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Lessa, S. (2007). Lukács – ética e política: observação acerca dos fundamentos ontológicos da ética e da política. Chpecó: Argos.

Lukács, G. (2010). *Prolegômeros para uma ontologia do ser social: questões de princípios para uma ontologia hoje tornada possível.* (L. Luft & R. Nascimento trans). São Paulo: Boitempo.

Malanchen, J. (2016). *Cultura, Conhecimento e currículo*. Campinas, São Paulo: Autores Associados.

Martins, L. M. (2013). *O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica*. Campinas: Autores Associados.

Marx, K. (2006). *Manuscritos econômico-filosóficos*. (1 ed.). São Paulo: Boitempo.

Marx, K., Engels, F. (2007). *A ideologia alemã*. São Paulo: Boitempo.

Marx, Karl. (1980). *O capital: o processo de produção do capital* (vol. 1). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

Moradillo, E. F. (2010). *A dimensão prática na licenciatura em química da UFBA: possibilidades para além da formação empírico-analítica* (Tese de doutoramento, Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Instituto de Física). Retirado de https://tinyurl.com/udoat2z

Moraes, M. C. M. (2003). *Iluminismo às avessas: Produção de conhecimento e políticas de formação docente*. Rio de Janeiro: DP&A.

Nascimento Júnior., J. V., Moradillo, E. F., Lima, L. R. F. C. L. (2017). *Formação inicial de professores de ciências/química: conquistas atuais e desafios futuros de trabalho colaborativo entre duas universidades públicas brasileiras.* In A. Peixoto, J. Oliveira, J. Gonçalves, L. Neves & R. Cruz (Eds.), *Atas do XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC, I Seminário Internacional de Educação em Ciências, I SIEC*. Instituto Politécnico de Viana do Castelo (pp 421-427). Viana do Castelo: Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Escola Superior de Educação

Ponce, A. (2007). *Educação e luta de classes*. (J. S. C. Pereira trans., 22 ed.). São Paulo: Cortez.

Saviani, D. (1995) *Pedagogia histórico-crítica: Primeiras aproximações* (5 ed.) Campinas: Autores Associados.

Saviani, D. (2006). *Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre a educação política* (38 ed.) Campinas: Autores Associados.

Saviani, D. (2007a*). História das ideias pedagógicas no Brasil*. Campinas: Autores Associados.

Saviani, D. (2007b). *História das ideias pedagógicas no Brasil*. São Paulo: autores associados.

08. Inovação em Educação em Ciências | Innovación en Educación en Ciencias | Innovation in Science Education

UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO CON LABORATORIOS VIRTUALES EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE

Alfonso Pontes Pedrajas[1], José María Oliva Martínez[2]

[1]Dpto. de Física Aplicada, Universidad de Córdoba (ESPAÑA)
[2]Dpto. de Didáctica, Universidad de Cádiz (ESPAÑA)
apontes@uco.es

Resumen

En este trabajo se muestran los resultados de una experiencia de formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología, en una materia del Máster de Enseñanza Secundaria (MAES). La experiencia forma parte de un proyecto orientado a fomentar la formación reflexiva de los futuros profesores, introducir nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje y desarrollar competencias docentes relacionadas con el uso educativo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tratando de integrar una amplia variedad de recursos informáticos en la formación inicial. Creemos que un recurso de especial interés para desarrollar innovaciones educativas en la formación del profesorado son las simulaciones interactivas o laboratorios virtuales, que permiten diseñar actividades de aprendizaje por indagación y utilizar modelos científicos en contextos visuales motivadores. En la primera parte de esta experiencia se ha utilizado un programa de simulación de circuitos eléctricos como instrumento útil para visualizar diversos aspectos del modelo básico de corriente eléctrica, ya que numerosas investigaciones han mostrado las dificultades de aprendizaje significativo que muestran los alumnos de todos los niveles educativos en este tema. Trabajando con este recurso los futuros docentes han diseñado actividades de aula que permiten poner en práctica el método de aprendizaje por indagación y el desarrollo de competencias científicas a través de tareas de modelización, como han hecho otros autores al usar recursos TIC interactivos. Posteriormente, los participantes han seguido profundizando en esta línea diseñando mini-proyectos educativos en torno a otros temas del currículum científico-técnico. Para ello han trabajado en grupos usando otros laboratorios virtuales que permiten indagar en el estudio de sistemas mecánicos, termodinámicos, químicos o tecnológicos y realizar actividades de modelización con tales programas. Esta experiencia se ha desarrollado durante varios años en la asignatura de Innovación Docente e Investigación Educativa, de las especialidades de Física-Química y Tecnología del MAES. Al final del proceso formativo se han recogido las opiniones de los participantes mediante una encuesta de valoración, observando que los futuros profesores muestran una valoración positiva de los contenidos, metodología y recursos usados en la experiencia. También hay que destacar la buena opinión de los estudiantes del MAES sobre la utilidad de los programas de simulación para mejorar la educación científico-técnica y la formación inicial docente.

Palabras clave: Formación inicial del profesorado; educación secundaria; aprendizaje por indagación; laboratorio virtual; modelo de corriente eléctrica.

INTRODUCCIÓN

Desde hace años estamos trabajando en un proyecto educativo orientado a mejorar la formación inicial del profesorado de secundaria, en el ámbito de la Didáctica de la Ciencia y la Tecnología, tratando de usar diversos recursos TIC para favorecer la reflexión individual, el trabajo en grupo, la interacción social en el aula y el debate colectivo, como instrumentos necesarios para el desarrollo de competencias docentes (Badía, 2009; Pontes y Oliva, 2011). En el desarrollo de este proyecto se concede importancia al tratamiento de temas relevantes para la formación docente como son la comprensión de los procesos de aprendizaje, el uso de estrategias innovadoras y métodos activos para la educación científico-técnica o la utilización de recursos basados en la aplicación práctica de las TIC en el aula (De Winter, Winterbottom & Wilson, 2010; Pontes, 2019). Entre tales recursos hay que destacar los programas de simulación o laboratorios virtuales, considerados como herramientas muy útiles para desarrollar competencias científicas y mejorar la comprensión de los modelos científicos (Campbell, Wang, Hsu, Duffy & Wolf, 2010; Pontes, 2013).

Las simulaciones interactivas proporcionan una representación dinámica del funcionamiento de un sistema determinado, de modo que pueden ser muy útiles en la enseñanza de la Física, la Química y la Tecnología, ya que permiten visualizar el desarrollo de procesos simples o complejos, mostrando la evolución del sistema representado y la interacción entre los diversos elementos que lo integran o al menos algunas consecuencias de tales interacciones (Zeynep & Ibilge, 2011). Las simulaciones permiten reproducir fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa en la realidad; ayudan a extraer una parte del conocimiento científico que subyace en una determinada experiencia, simplificando o idealizando su estudio y facilitando la comprensión del fenómeno; evitan al estudiante los cálculos numéricos complejos y le permiten concentrarse en los aspectos más conceptuales; ofrecen al alumno diversos datos relevantes que facilitan la verificación cualitativa y cuantitativa de las leyes físicas. Por otra parte, el alumno que utiliza un programa de simulación pone a prueba sus ideas mediante la emisión de hipótesis propias, lo que redunda en un proceso de aprendizaje más autónomo; dispone de medios para comprender mejor el modelo teórico utilizado en la explicación del fenómeno, al observar y comprobar de modo interactivo la realidad que representa; puede modificar si quiere las distintas variables y condiciones iniciales del modelo físico del simulador, permitiéndole formular sus propias conclusiones (Pontes, 2007; Romero y Quesada, 2014).

En el proyecto de trabajo que estamos desarrollando, en torno al uso de las TIC en la formación inicial del profesorado de secundaria, los laboratorios virtuales desempeñan un papel importante porque permiten implementar un modelo de aprendizaje reflexivo y ayudan a los futuros docentes de ciencia y tecnología a familiarizarse con estrategias educativas innovadoras tales como el aprendizaje por indagación o la enseñanza basada en modelos (López-Simó, Grimalt y Couso, 2018; Oliva, 2019). Estos planteamientos se relacionan con una visión constructivista de la formación del profesorado, porque a través de diferentes tipos de actividades formativas se intenta favorecer la reflexión individual, el trabajo en grupo, el debate colectivo y la interacción social en el aula, como medios necesarios para la construcción de ideas sobre la complejidad de la profesión docente en la educación científica actual (Davis, Preston & Sahin, 2009).

En este trabajo trataremos de ejemplificar las posibilidades formativas que ofrecen los programas de simulación para favorecer el interés de los futuros docentes por la innovación educativa, utilizando varios laboratorios virtuales en el diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje e induciendo a los participantes a indagar y reflexionar sobre la utilidad didáctica de los modelos científicos que se usan en tales simulaciones (Pontes y Oliva, 2011; Yuliati, Riantoni y Mufti, 2018).

METODOLOGÍA

La experiencia formativa que se describe en este trabajo se ha llevado a cabo, durante varios cursos académicos, en la asignatura *Innovación Docente e Investigación Educativa* (IDIE), de las especialidades de Física-Química y Tecnología del MAES de la Universidad de Córdoba. Nuestra intervención se sitúa en el primer bloque de esta materia, en el que se abordan las líneas prioritarias de innovación docente en la educación científico-técnica, el uso de las TICs como herramientas de innovación educativa y el análisis de innovaciones educativas realizadas por profesores de secundaria.

En la primera parte de esta materia hemos tratado de analizar y diseñar pequeños proyectos de innovación docente, que permitan mostrar la utilidad de los laboratorios virtuales para favorecer la motivación de los alumnos y el aprendizaje significativo, en torno a un núcleo de interés común para la educación científica y tecnológica, como es el tema de los circuitos de corriente eléctrica, a nivel de enseñanza secundaria. Este es un tema interesante por servir de fundamento a múltiples aplicaciones tecnológicas en la vida moderna y por su relación con objetos muy presentes en el contexto social del alumnado. Pero también se trata de un tema en el que se aprecian importantes dificultades de aprendizaje, ligadas a la existencia de numerosas concepciones alternativas entre alumnos de todos los niveles educativos (Gunstone, Mulhall & McKittrick, 2009), que afectan incluso a los futuros profesores de ciencia y tecnología en formación inicial (Pontes y De Pro, 2001). Al mismo tiempo es un tema muy adecuado para el diseño de actividades de aprendizaje motivadoras para el alumnado y para el desarrollo de competencias científicas durante la educación obligatoria (De Pro y Rodríguez, 2010). Tales actividades se pueden implementar fácilmente en el laboratorio escolar o se pueden simular con ayuda de laboratorios virtuales, que han demostrado ser útiles para favorecer el cambio de las

concepciones previas del alumnado sobre este tema (Pontes, 2017) o para implicar a los futuros docentes en tareas de indagación y de aplicación de modelos científicos (Romero y Quesada, 2014).

En una etapa previa de este proyecto hemos utilizado un laboratorio virtual denominado *Ohm Zone,* que permite simular circuitos eléctricos de corriente continua y cuyas aplicaciones se han descrito en un trabajo anterior (Pontes, 2013). En la actualidad estamos usando una aplicación ubicada en la página web *Simulaciones Phet* (https://phet.colorado.edu/es/simulations/), denominada *Kit de Construcción de Circuitos de Corriente Continua*, que hemos utilizado también en la formación de estudiantes de ingeniería (Pontes, 2017). Este programa es un software gratuito (disponible en el idioma español), tiene fácil acceso y es muy intuitivo o de fácil manejo para el alumnado, permitiendo construir circuitos eléctricos (simples y complejos) en los que se puede visualizar la circulación de la corriente en todas las ramas o el brillo de las lámparas, pero también se pueden medir diferentes magnitudes eléctricas (diferencia de potencial eléctrico, intensidad de corriente y resistencia) con ayuda de instrumentos virtuales.

Por su sencillez y versatilidad, este laboratorio virtual se puede usar en la enseñanza secundaria obligatoria, en bachillerato, en formación profesional y en los primeros cursos de enseñanza universitaria. Desde hace tiempo lo estamos usando como recurso TIC para la formación incial del profesorado de física y tecnología porque permite ilustrar el proceso de elaboración de un proyecto educativo, basado en el diseño y análisis de tareas de aprendizaje por indagación, en las que los futuros docentes pueden emitir hipótesis, diseñar montajes experimentales, realizar mediciones virtuales y comprobar o modificar las hipótesis de partida. Este tipo de aplicaciones también permite familiarizar a los estudiantes con el modelo de corriente eléctrica y ayudar a comprender la naturaleza del proceso de cambio conceptual en el dominio de la electricidad básica (Ronen & Eliahu, 2000; Jaakkola y Nurmi, 2008).

La metodología de trabajo en el aula TIC consiste básicamente en desarrollar un programa-guía de actividades abiertas a realizar en pequeños grupos con el software, para fomentar entre los futuros docentes la reflexión, la interacción entre iguales y el trabajo en equipo, realizando después una síntesis general en la que interviene el profesor que coordina el debate y aclara las dudas que hayan podido surgir en el desarrollo de las diversas actividades. Al finalizar la sesión de trabajo realizada con el software los grupos deben entregar un informe escrito, en el que se recogen las actividades diseñadas y los comentarios sobre la utilidad didáctica de cada actividad.

Así pues, trabajando con el laboratorio virtual de circuitos eléctricos los profesores en formación han tratado de poner en práctica el método de aprendizaje por indagación y el desarrollo de competencias científicas a través de tareas de modelización, como han hecho otros autores al usar otros recursos TIC (López-Simó et al., 2018). Para poder realizar un proyecto de tales características es necesario que los alumnos del MAES se hayan familiarizado previamente con la problemática del aprendizaje de la electricidad y el papel que desempeñan las concepciones de los alumnos (Gunstone et al., 2009; De Pro y Rodríguez, 2010). Tales aspectos han sido abordados en una fase anterior del proyecto dedicada a analizar los problemas de aprendizaje del alumnado de secundaria en esta temática y a introducir las propuestas innovadoras que se ofrecen desde el campo de la investigación didáctica (Pontes, 2007). En un trabajo anterior se han mostrado ejemplos de actividades, realizadas con un software parecido (*Ohm Zone*), en las que se ponen de manifiesto las posibilidades de los programas de simulación de circuitos para detectar dificultades de aprendizaje sobre la corriente eléctrica y ayudar a superar tales dificultades (Pontes, 2013).

En la segunda parte de este bloque formativo, los participantes en la experiencia han seguido profundizando en esta línea de acción diseñando mini-proyectos educativos en torno a otros temas del currículum científico-técnico. Para ello han trabajado en grupos usando otros laboratorios virtuales disponibles en internet, que permiten indagar en el estudio de sistemas mecánicos, termodinámicos, químicos o tecnológicos y realizar actividades de modelización con tales programas. En esta fase los grupos de trabajo eligen un tema del currículum de enseñanza secundaria, del área de Física- Química o del área de Tecnología, y buscan un software de simulación que les permita elaborar una secuencia de actividades de aprendizaje dirigido a estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria, de bachillerato o de formación profesional. Cada grupo diseña las actividades a realizar y elabora una presentación multimedia en la que se recogen los enunciados de las diversas tareas que integran cada secuencia (incluyendo imágenes procedentes de capturas del pantalla del laboratorio virtual utilizado), los objetivos educativos de cada tarea y un análisis didáctico del contenido científico o tecnológico que los

alumnos de secundaria deberían conocer o estudiar para poder aprovechar las ventajas educativas del software utilizado.

En algunos casos las presentaciones multimedia elaboradas por varios grupos se exponen en el aula (con ayuda de un cañón electrónico) y se someten a debate crítico por parte del resto de la clase, comentando los aspectos de mayor interés didáctico de cada mini-proyecto y las posibles deficiencias o aspectos a mejorar del mismo. En estas discusiones se pone de manifiesto hasta que punto los futuros docentes han comprendido la utilidad el método de aprendizaje por indagación, o si son capaces de trabajar adecuadamente con los modelos científicos implícitos o explicitos en cada programa de simulación. Los restantes trabajos de los grupos se remiten al profesor para ser evaluados, junto con otras tareas realizadas por los participantes durante el desarrollo de la asignatura.

Al finalizar el proceso formativo que se ha descrito anteriormente los participantes han podido expresar, mediante una encuestas de preguntas abiertas, sus opiniones sobre los diversos aspectos relacionados con el desarrollo de la experiencia: objetivos formativos, contenidos abordados, actuación docente del profesorado, recursos utilizados, actividades realizadas en clase, materiales didácticos elaborados y sistema de evaluación del aprendizaje de los alumnos.

En el desarrollo de este proyecto de formación del profesorado de ciencia y tecnología, centrado en formentar la innovación docente con ayuda de laboratorios virtuales y otros recursos TIC, hay que distinguir dos etapas. En la primera de ellas, cuyos resultados se comentan en este trabajo, se han analizado los informes de los grupos sobre las actividades realizadas y se ha llevado a cabo un estudio piloto de las opiniones del alumnado sobre la experiencia, recogidas con una breve batería de cuestiones abiertas sobre los aspectos antes mencionados. Los aspectos abordados en tales cuestiones y los resultados obtenidos se recogen en el apartado siguiente de este documento, tras el análisis cualitativo de las respuestas recogidas en cada cuestión.

Para este estudio piloto se han tenido en cuenta las respuestas de una muestra de 41 estudiantes del MAES de la Universidad de Córdoba (18 del grupo de Física-Química y 23 del grupo de Tecnología), que participaron en la implementación de la experiencia durante el primer curso académico que se puso en marcha. La muestra completa de participantes en ese curso estaba formada por 25 alumnos y 16 alumnas, con una edad media de 27,6 años. Para la segunda etapa del proyecto se ha previsto utilizar los resultados del cuestionario empleado en la fase previa para elaborar un cuestionario de escala likert que permita recoger un mayor número de datos sobre las opiniones de los participantes en posteriores cursos académicos.

RESULTADOS

A continuación se avanzan los principales resultados de esta experiencia, incluyendo comentarios sobre algunos datos procedentes de la observación del trabajo en el aula que realizan los estudiantes del maes y del análisis de las diferentes tareas desarrolladas en esta asignatura (actividades de aprendizaje con un programa de simulación de circuitos eléctricos, diseño de proyectos educativos con diversos laboratorios virtuales y reflexiones sobre las actividades elaboradas por cada grupo). También se muestra una síntesis de las opiniones de los participantes sobre el desarrollo de la experiencia, recogidas al final del proceso formativo mediante una encuesta de preguntas abiertas.

Como se ha indicado antes, en la primera parte de la experiencia los estudiantes del MAES han dedicado una sesión de dos horas para trabajar con el *Kit de Construcción de Circuitos de Corriente Continua*, disponible en la página web *Simulaciones Phet,* diseñando varias secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA), integradas por actividades relacionadas con diversos aspectos del tema propuestos por el profesor. En torno a estos aspectos los participantes deben formular varias cuestiones o problemas abiertos que puedan resolverse con ayuda del laboratorio virtual. Además de diseñar las actividades que integran cada SEA, los futuros docentes deben hacer un análisis didáctico de la utilidad educativa de cada actividad, incluyendo comentarios sobre las características del modelo científico de corriente eléctrica que se ponen de manifiesto en cada simulación y las dificultades que pueden tener los alumnos de enseñanza secundaria para alcanzar un cambio conceptual significativo en el tema de los circuitos eléctricos. Al analizar los informes de los grupos de trabajo sobre las SEAs elaboradas se observa que los estudiantes del MAEs han mejorado sus conocimientos sobre el modelo de corriente eléctrica, superando diversas dificultades detectadas en estudios previos (Pontes y Pro, 2001; Gusnstone et al.,

2009). También apreciamos que el trabajo realizado con este laboratorio virtual permite poner en práctica el método de aprendizaje por indagación y ayuda a desarrollar destrezas científicas (Zeynep & Ibilge, 2011; Yuliati et al., 2018).

Tras familiarizarse con el diseño de actividades de aprendizaje por indagación con el software de circuitos, los diferentes grupos de trabajo han pasado a desarrollar un mini-proyecto de innovación educativa, centrado en el uso de otro recurso TIC diferente que permita abordar el tratamiento didáctico de un tema libre del currículum de enseñanza secundaria del área científico-técnica. En esta fase los grupos de trabajo han elegido diferentes laboratorios virtuales, que les han permitido indagar en el estudio simulado de otros sistemas físico-químicos o tecnológicos y diseñar secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEAs) relacionadas con fenómenos del ámbito de la mecánica, la termodinámica, la óptica, la química, la electrónica, etc. Posteriormente cada grupo ha elaborado una presentación multimedia en la que se recogen los aspectos básicos de cada proyecto. Las presentaciones realizadas se remiten al profesor, para su posterior evaluación, pero varios de los mini-proyectos más relevantes se han expuesto en clase y se han debatido los aspectos de mayor interés didáctico de tales trabajos. Al analizar posteriormente las presentaciones que han elaborado los diferentes equipos hemos podido observar que la mayoría de los participantes en esta experiencia han alcanzado una comprensión adecuada del método de aprendizaje por indagación y han sabido aplicarlo al diseño de actividades útiles para mejorar la calidad de la educación científico-técnica con programas de simulación.

Ya se ha indicado antes que al finalizar este proceso formativo los participantes han podido expresar, mediante una encuesta de preguntas abiertas, sus opiniones sobre diversos aspectos relacionados con el desarrollo de la experiencia. A continuación se sintetizan brevemente los primeros resultados recogidos en esta experiencia piloto, dejando para un trabajo posterior más amplio el análisis detallado de los mismos.

En primer lugar hemos pedido hacer una valoración sobre la utilización de un laboratorio virtual para simular el funcionamiento de circuitos eléctricos y tratar de mejorar la comprensión del modelo de corriente eléctrica. Sobre este tema apreciamos que el 56 % de los participantes muestran una valoración global positiva, un 32% muestran una opinión aceptable y el resto de los estudiantes apuntan opiniones de otro tipo. Algo más de la mitad del alumnado consideran que el diseño de actividades en grupo sobre el funcionamiento de diferentes tipos de circuitos resulta útil para iniciar el estudio de los circuitos eléctricos de forma sencilla y práctica. En relación con el método de aprendizaje basado en modelos muchos de los estudiantes encuestados consideran que las simulaciones realizadas ayudan a comprender mejor los conceptos relacionados con la noción de corriente eléctrica y pueden ayudar a los estudiantes de enseñanza secundaria a aprender de forma interactiva y reflexiva.

En segundo lugar hemos solictado que valoren el diseño de un mini-proyecto de innovación basado en la elaboración de secuencias de actividades con diferentes laboratorios virtuales para familiarizarse con el método de aprendizaje por indagación. En general observamos una valoración global bastante positiva porque el 68% de los estudiantes muestran una opinión muy favorable, un 22% lo consideran aceptable y el resto de los participantes muestran ideas vagas o confusas sobre este tema. La mayoría de los participantes manifiestan que han aprendido a diseñar actividades de aprendizaje útiles para la enseñanza de diversos temas de física, química y tecnología con ayuda de simulaciones interactivas y laboratorios virtuales disponibles en internet. Muchos sujetos consideran que el diseño de actividades con laboratorios virtuales fomenta el desarrollo de la creatividad y la motivación del profesorado en formación.

A continuación se ha pedido a los participantes que indiquen si las actividades realizadas en esta experiencia formativa contribuyen al desarrollo de competencias profesionales relacionadas con la innovación educativa en ciencia y tecnología, apreciando una valoración moderadamente positiva porque el 54% de los participantes consideran que se han desarrollado algunas competencias profesionales útiles para la docencia, un 29% muestran un grado de satisfacción aceptable y el resto de los sujetos encuestados apuntan opiniones menos favorables. Entre las competencias docentes específicas que algunos participantes consideran que se han desarrollado en esta experiencia destacan la búsqueda de recursos educativos en Internet útiles para la enseñanza, la capacidad de trabajo en equipo, el desarrollo de la creatividad, la capacidad de indagación y el hecho de aprender a trabajar con modelos científicos.

Finalmente hemos solicitado la opinión global del alumnado sobre el desarrollo de la experiencia formativa y la actuación docente del profesor. Sobre este asunto se recoge también una valoración satisfactoria porque el 61% de los sujetos encuestados muestran una opinión bastante favorable, un 26% muestran una opinión aceptable y el resto de los participantes no hacen una valoración demasiado positiva al respecto. Más de la mitad de los participantes manifiestan que los contenidos desarrollados en el bloque de innovación docente son interesantes, la metodología de enseñanza ha sido activa y participativa, los recursos utilizados han sido útiles para familiarizarse con las TIC y para mejorar la formación docente, las actividades propuestas han resultado adecuadas para aprender a realizar innovaciones educativas y el sistema de evaluación del aprendizaje realizado en esta experiencia ha sido coherente con los fines educativos de la asignatura. Globalmente se considera que la actuación docente del profesorado ha sido positiva.

CONCLUSIONES

Sabemos que las TIC están presentes en la vida de los estudiantes y constituyen un recurso de apoyo que ofrece múltiples ventajas para los docentes en el ámbito de la educación científica y tecnológica (Lelouche, 1998; Osborne & Hennessy, 2003). Pero en muchos contextos educativos y, a pesar de los beneficios pedagógicos que proporcionan las tecnológicas de la información, sigue predominando la enseñanza tradicional basada en la comunicación unidireccional (Hake, 1998; Area-Moreira et al., 2016). Por tanto, se requiere un esfuerzo para que los docentes hagan un uso más extensivo de las mismas como complemento a su labor pedagógica y como vía de introducción a la innovación educativa en los procesos de formación inicial del profesorado (Linn, 2003; Webb, 2005). También es necesario seguir realizando investigaciones en recursos TIC e indagando en la búsqueda de soluciones para fomentar el cambio educativo hacia métodos interactivos, donde exista más comunicación entre profesores y alumnos (López-Quintero, Pontes y Varo, 2019).

En este contexto estamos llevando a cabo un proyecto de mejora de la formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología en el Máster de Enseñanza Secundaria, usando diferentes recursos TIC para fomentar el desarrollo de competencias docentes (Pontes, 2019), tratando de aplicar un enfoque formativo constructivista que está basado principalmente en el diseño de actividades orientadas a favorecer la reflexión y el uso efectivo de las TIC en el aula (Pontes y Oliva, 2011; Pontes, 2013). Concretamente, en este trabajo hemos mostrado una experiencia formativa sobre el uso de simulaciones en la formación inicial del profesorado. En primer lugar se han abordado las posibilidades educativas que ofrece un laboratorio virtual sobre circuitos eléctricos como instrumento que permite diseñar numerosas actividades de aprendizaje y que resulta útil para trabajar con las ideas de los alumnos, en un dominio donde se han detectado importantes concepciones alternativas, que afectan a estudiantes de todos los niveles educativos y a profesores de ciencias en formación inicial (Pontes y De Pro, 2001; Gunstone, Mulhall & McKittrick, 2009). Posteriormente los estudiantes del MAES han realizado secuencias de actividades con diferentes programas de simulación, haciendo indagaciones que permitan comprobar sus hipótesis y poner a prueba modelos científicos en diferentes temas del currículum de ciencia y tecnología.

Tras el proceso formativo se han recogido las opiniones de los participantes, mediante una encuesta de opiniones sobre la experiencia, en la que han valorado bastante bien la metodología empleada y los recursos utilizados en el aula, considerando que el diseño y análisis de actividades de aprendizaje, basadas en el uso práctico de las TICs, contribuye a desarrollar competencias docentes útiles para la mejora de la educación secundaria en el área de la ciencia y la tecnología.

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia forma parte del Proyecto de Investigación EDU2017-82518-P, financiado por FEDER - Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal de Investigación (España).

REFERENCIAS

Area-Moreira, M., Hernández, V., & Sosa, J.J. (2016). Integración de las TIC en el aula. *Comunicar, 47*(24), 79–87.

Badia, A. (2009). Enseñar a ser competente en el uso de las TIC para manejar y transformar la información en conocimiento. *Aula de Innovación Educativa, 181*, 13-16.

Campbell, T., Wang, S. K., Hsu, H.Y., Duffy, A., & Wolf, P. (2010). Learning with web tools, simulations and other technologies in Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, *19*, 505-511.

Davis, N., Preston, C,. & Sahin, I. (2009). Training teachers to use new technologies impacts multiple ecologies: Evidence from a national initiative. *British Journal of Educational Technology*, *40*(5), 861-878.

De Pro Bueno, A., & Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *28*(3), 385-404.

De Winter, J., Winterbottom, M., & Wilson, E. (2010). Developing a user guide to integrating new technologies in science teaching and learning: teachers' and pupils' perceptions of their affordances. *Technology, Pedagogy and Education, 19*(2), 261-267.

Gunstone, R., Mulhall, P., & McKittrick, B. (2009). Physics Teachers' Perceptions of the Difficulty of Teaching Electricity. *Research in Science Education, 39*(4), 515–538

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64-74.

Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering Elementary School Students' Understanding of Simple Electricity by Combining Simulation and Laboratory Activities. *Journal of Computer Assisted Learning, 24*(4), 271-283

Lelouche, R. (1998). How education can benefit from computer: A critical review. In C. Alvegard (Ed.), *Proceedings of IV International Conference CALISCE '98* (pp. 19-32). Gothenburg.

Linn, M. (2003). Technology and science education: starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 727–758.

López-Quintero, J.L., Pontes, A., & Varo, M. (2019). Las TIC en la enseñanza científico-técnica hispanoamericana: Una revisión bibliográfica. *Digital Education Review, 35*, 229-243.

López-Simó, V., Grimalt, C., & Couso, D. (2018) ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias?. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15*(3), 3302.

Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 37*(2), 5-24.

Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions.* London: NFER Publications. Retrieved from https://www.nfer.ac.uk/ publications/futl74/futl74.pdf

Pontes, A., & De Pro, A. (2001). Concepciones y razonamientos de expertos y aprendices sobre electrocinética: consecuencias para la enseñanza y la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, *19*(1), 103-122.

Pontes, A., & Oliva, J.M. (2011). Enfoque reflexivo en la formación inicial del profesorado de física de enseñanza secundaria. In M. T. B. Pérez (Ed.), *Libro de Resúmenes de la XXXIII Reunión Bienal de Física y 19º Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física* (pp.76-78). Santander: PUbliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria.

Pontes, A. (2007). Aprendizaje reflexivo con ayuda de un laboratorio virtual. In P. Membiela (Ed.) *Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias* (pp.119-138). Vigo: Educación Editora.

Pontes, A. (2013). Ohm Zone: Un laboratorio virtual para el aprendizaje de la electricidad y la formación del profesorado de secundaria. *Alambique, 75*, 76-83

Pontes, A. (2017). El uso de simulaciones interactivas para comprender el modelo de corriente eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias, 35*(Extra), 4371-4377.

Pontes, A. (2019). La integración de recursos TIC en una experiencia sobre formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. In F. J. Murillo & C. Martínez-Garrido (Eds.), *Actas del XIX Congreso Internacional de Investigación Educativa (Vol.V): Experiencias innovadoras y desarrollo socio-educativo* (pp. 618-623). Madrid: AIDIPE.

Romero, M., & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(1), 101-115.

Ronen, M., & Eliahu, M. (2000). Simulation–a bridge between theory and reality: the case of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning, 16*, 14–26.

Webb, M. E. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education, 27*(6), 705-735.

Yuliati, L., Riantoni, C., & Mufti, N. (2018). Problem Solving Skills on Direct Current Electricity through Inquiry-Based Learning with PhET Simulations. *International Journal of Instruction, 11*(4), 123-138.

Zeynep, U., & Ibilge , D. (2011). The Effect of Combining Analogy-Based Simulation and Laboratory Activities on Turkish Elementary School Students' Understanding of Simple Electric Circuits. *Turkish Online Journal of Educational Technology, 10*(4), 320-329.

PERFORMANCE COMPARABILITY OF EXPERIMENTAL AND CONTROL GROUPS WITH DIGITAL FORMATIVE ASSESSMENT TOOL IN FLIPPED SCIENCE EDUCATION

Jin Su Jeong, David González-Gómez

Department of Science and Mathematics Education,
Training Teaching School, University of Extremadura (SPAIN)
jin@unex.es

Abstract

In recent years, the utilization of online and digital learning applications has increased and amplified in (science) education. So, the impact and effect of such applications have been considered positive on teaching and learning procedures and practices in classrooms. Digital-learning applications propose various benefits compared with traditional-learning applications, especially students' achievement. This paper presents the performance comparability between experimental and control groups with digital formative assessment tool (DFAT) in a university flipped science education. A DFAT was executed in a general science course for the primary education bachelor degree (sophomore students) in Spain during 2017/18 course. A comparative study based on a randomized experimental design was conducted that experimental groups with 70 students used a DFAT along with various assessments that students participated during the whole course, whereas control groups with 72 students used their regular teaching methods and materials. Particularly, the DFAT provides students' feedback, their feedback to educators, and adaptive assignments for students from educators. Data included standardized performance pre- and post-test data, classroom observation data and student log files. The results of multilevel analysis revealed positive effects on student performance in experimental group rather than control group. Students' intensity of utilization measurements and dimensions supports the impacts and effects found on student performance regardless of groups they involved. Additionally, performance effects were higher for high-performing students in experimental group, but there is not a significant difference between two groups. Therefore, in this study, the results achieved will significantly contribute to improve main glitches and difficulties of the flipped science learning programs. An DFAT on the basis of these results completes a significant advantage to introduce an active and blended learning methodology as a flipped-classroom to science students.

Keywords: digital formative assessment; science education; flipped-classroom; comparative study; new teaching technologies.

INTRODUCTION

As an essential element, assessment is considered that is operative teaching and learning strategies for formal higher education (Bransford et al., 2000; Jeong et al., 2016; 2018), which is required to be assessment-centered and establish increasing abilities as to provide learners with their opportunities and enhancements. In recent years, the utilization of online and digital learning applications has increased and amplified in science education (OECD, 2015; Sung et al., 2016). So, the impact and effect of such applications have been considered positive on teaching and learning procedures and practices in classrooms (De Witte et al., 2015; Jeong et al., 2017). Digital-learning applications propose various benefits compared with traditional-learning applications, especially students' achievement (Cheung & Slavin, 2013; Haelermans & Ghysels, 2015).

In achievement of self-determination theory (SDT), self-informed interest, and behavioral outputs, Lazowski and Hulleman (2015) recommended that meta-analyses disclose interventions in the SDT make positive and affirmative results on students' view. The considered digital formative assessment tool comprises adaptive assignment together with numerous feedback forms that can be numeracy achievement activities of students. Here, the digital formative assessment tool (DFAT) frequently stipulates assignments adapted by learning necessities of individual student. Wang (2014) commenced a positive effect of adaptive learning on assignments and resources.

However, Cornelisz et al. (2015) indicated that adaptive assignments did not have effects and even exposed negative effects on high-performing students' achievements.

Feedback in formative assessment performances an important portion (Duit & Treagust, 2010) and its effectiveness discloses the level to which feedback scheme is strengthened by the findings executed researches (Hattie & Timperley, 2007; Kluger & DeNisi, 1996; Mory, 2004). Especially, feedback can validate the usefulness of digital formative assessment tool, while professors and students can hold feedback through the evolution level in teaching and learning (Mory, 2004; Pape et al., 2012; Pilli & Aksu, 2013). Now, feedback studies have many dissimilar domains and digital and online tools and technologies suggest a series of new systems and techniques of formative assessment and feedback processes as a vital factor for formative assessment (González-Gómez et al., 2017; Pape et al., 2012; Pilli & Aksu, 2013).

This paper presents the performance comparability between experimental and control groups with the DFAT in a university flipped science education. A DFAT was executed in a general science course for the primary education bachelor degree (sophomore students) in Spain during 2017/18 course. The objective of this work is to present the performance comparability between experimental and control groups with DFAT in a university flipped science education. The work based on a randomized experimental design was performed that assigned groups employed an DFAT along with various assessments that students participated during the 2017/18 course in University of Extremadura. A comparative study based on a randomized experimental design was conducted that experimental groups with 70 students used a DFAT along with various assessments that students participated during the whole course, whereas control groups with 72 students used their regular teaching methods and materials. Particularly, the DFAT provides students' feedback, their feedback to educators, and adaptive assignments for students from educators. Data included standardized performance pre- and post-test data, classroom observation data and student log files.

METHODOLOGY

Sample description

A DFAT was executed in a general science course for the primary education bachelor degree (sophomore students) in Spain during 2017/18 course. A comparative study based on a randomized experimental design was conducted that experimental groups with 70 students used a DFAT along with various assessments that students participated during the whole course, whereas control groups with 72 students used their regular teaching methods and materials.

Table 1. Characteristics and descriptions of the sample partaking in this study.

		2017/18 course	
		Experimental group	Control group
Number		70	72
Sex (%)	Male	28.6	29.3
	Female	71.4	70.7
Age		20.1	20.8
GPA (Max. 10)		7.5	7.8

Digital formative assessment tool

In this study, for acting and performing the formative assessment, the online tool utilized was an DFAT comparable with "PlayPosit" formerly acknowledged as "EduCanon". Along with this suggested tool, on their own electronic devices such as computer, tablet, smartphone, etc., students can check and end assignments based on the same training content and context taught

in a regular curriculum. Fig. 1 defines the DFAT environments for students such as assignments overview with different lessons, each assignment window, feedback after submitted their answer from professor and feedback to professor.

Figure 1. Description with various windows and functions of DFAT.

Data collection and analysis

Three different types of instruments were used to get information: standardized performance pre- and post-test data, classroom observation data and student log files. As shown in Table 1, descriptive analysis is demonstrated for these instruments proposed. All students participating in this research were informed about the study purpose and the data collection practices. Particularly, if there are students who don't want to provide permission to access their data and/or participate the study, we didn't collect their data to use.

To test and answer research objectives aforementioned, firstly, we demonstrated a descriptive analysis, which can portray the data as the most correct manner. Here the data can be characterized, described and drawn potential conclusions based on the randomized sample data (Jeong et al. 2016). In order to extend conceivable conclusions about the effects of the DFAT methodology, various statistical analyses are performed to check the homogeneity, sample distribution and sample reliability. Especially, the Mann-Whitney test was complemented as to determine the incidence of significant differentiations. In all cases in this study, the SPSS statistical software, SPSS statistics version 22.0, was expended to analyze data obtained.

RESULTS

The results of multilevel analysis revealed positive effects on student performance in experimental group rather than control group as shown in Figure 2. Students' intensity of utilization measurements and dimensions supports the impacts and effects found on student performance regardless of groups they involved.

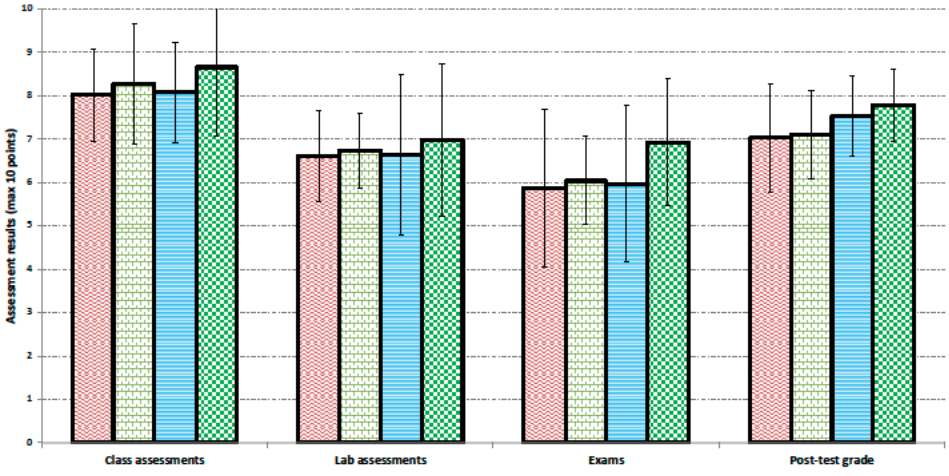


Figure 2. Achievement analysis of students between experimental and control group.

Additionally, performance effects were higher for high-performing students in experimental group, but there is not a significant difference between two groups. Therefore, in this study, the results achieved will significantly contribute to improve main glitches and difficulties of the flipped science learning programs. An DFAT on the basis of these results completes a significant advantage to introduce an active and blended learning methodology as a flipped-classroom to science students.

CONCLUSIONS

To investigate how, what and whether an online learning tool is vital to investigate that promotes into the enhancement procedures of teaching and learning because the practice of an online learning tool in education domain is increasing quickly. This work purpose inspects the effects and impacts of the DAFT, named “PlayPosit”, on students’ achievement with two different groups. A study on the basis of a randomized experimental scheme was conducted for inspecting these effects and impacts in trainer teaching students for the primary education bachelor degree in Spain. Generally, the findings of this study confirm that the DAFT can attain a positive effect and impact in student achievement of science education as a diagnostic assessment. Also, the study findings reveal that the DAFT is even more effective and operative since students and professors utilize it to a vaster extent. In the case of students, with more its intensive use they attained the higher level of science achievement. Therefore, this study recovered main drawbacks of traditional science learning programs that are not in regular curriculum, with small samples with a short duration, due to novelty effects and without randomized experiments.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge Project EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) of the Ministry of Science, Innovation and Universities of Spain, and Consejerería de Economía e Infraestructura y Fondo Social Europeo (Projects IB18004 and GR18004), which support this work possible.

REFERENCES

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.

Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: a meta-analysis. *Educational Research Review, 9*, 88-113.

Cornelisz, I., Van Klaveren, C., & Vonk, S. (2015). *The effect of adaptive versus static practicing on student learning e evidence from a randomized field experiment*. Retrieved from https://tinyurl.com/qqn4fbl

De Witte, K., Haelermans, C., & Rogge, N. (2015). The effectiveness of a computer-assisted math learning program. *Journal of Computer Assisted Learning, 31*(4), 314-329.

Duit, R., & Treagust, D. F. (2010). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education, 25*(6), 671-688.

González-Gómez, G., Jeong, J. S., Airado Rodríguez, D., & Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: An initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology, 25*, 450-459.

Haelermans, C., & Ghysels, J. (2015). *The effect of an individualized online practice tool on math performance - evidence from a randomized field experiment*. Retrieved from https://tinyurl.com/wxgwgff

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81-112.

Jeong, J. S., González-Gómez, D., & Cañada-Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology, 25*, 747-758.

Jeong, J. S., Ramírez-Gómez, Á., & González-Gómez, D. (2017). A web-based scaffolding-learning tool for design students' sustainable spatial planning. *Architectural Engineering and Design Managemen*t*, 13*(4), 262-277.

Jeong, J. S., González-Gómez, D., & Cañada-Cañada, F. (2018). The study of flipped-classroom for pre-service science teachers. *Education Sciences, 8*(163), 1-11.

Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: a historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin, 119*(2), 254-284.

Lazowski, R. A., & Hulleman, C. S. (2015). Motivation interventions in education: a meta-analytic review. *Review of Educational Research, 39*, 1-39.

Mory, E. H. (2004). Feedback research revisited. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 745-783). Mahwah, NJ: Erlbaum Associates.

OECD. (2015). *Students, computers and Learning: Making the connection, PISA*. Paris: OECD Publishing.

Pape, S. J., Irving, K. E., Owens, D. T., Boscardin, C. K., Sanalan, V. A., Abrahamson, A. L., & Silver, D. (2012). Classroom connectivity in algebra I classrooms: Results of a randomized control trial. *Effective Education, 4*(2), 169-189.

Pilli, O., & Aksu, M. (2013). The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics students in North Cyprus. *Computers & Education, 62*, 62-71.

Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education, 94*, 252-275.

Wang, T. H. (2014). Developing an assessment-centered e-Learning system for improving student learning effectiveness. *Computers & Education, 73*, 189-203.

MATERIAIS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: INOVAR PARA MOTIVAR

Taitiâny Kárita Bonzanini[1], Patrícia de Moura[2], Marcia Regina Balbino[2]

[1]*Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada (BRASIL)*
[2]*Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em rede nacional para o Ensino de Ciências Ambientais – PROFCiamb (BRASIL)*
taitiany@usp.br

Resumo

Aulas de ciências baseadas na simples exposição verbal do conteúdo são criticadas a algum tempo em virtude do caráter desmotivador e da situação passiva dos estudantes. Nesse sentido, buscar materiais didáticos que incluam a participação ativa do estudante em aula pode ser um caminho para inovar e motivar as aprendizagens. Atualmente é possível encontrar uma variedade de materiais que possam ser utilizados nas aulas de ciências, porém, o grande desafio é decidir quais são adequados à realidade dos alunos e como utilizá-los. Além disso, o tipo de material a ser utilizado dependerá da condição de oferta, finalidade da disciplina, público-alvo e da combinação das tecnologias. Nesse sentido, esse artigo apresenta discussões baseadas na análise da aplicabilidade de materiais didáticos selecionados ou produzidos tais como: jogos (Jogo Cara a Cara, Jogo da Higiene e outros) aplicativos (Plickers e outros) e kits didáticos (experimentos da fotossíntese, digestão). A pesquisa focalizou 20 episódios de ensino realizados tanto no ensino fundamental como no ensino médio, com turmas de aproximadamente 30 alunos cada, buscando-se relacionar a aplicação do recurso e o resultado apresentado em testes/avaliações e registros escritos dos estudantes. Os dados foram coletados a partir da observação participante, análise das atividades escritas produzidas pelos estudantes e avaliações escritas produzidas pelos professores. Os resultados evidenciaram um grande interesse dos estudantes pelos jogos didáticos, demonstrando motivação, maior participação em aula, além de contribuírem para que conceitos abstratos do ensino de ciências pudessem ser melhor compreendidos como por exemplo, classificação dos seres vivos, como a fotossíntese ocorre, observação de células. Os aplicativos constituíram um adequado material para inclusão da tecnologia, em especial o uso do celular, em sala de aula, apresentando uma nova dinâmica entre estudantes e professores e favorecendo múltiplos canais de comunicação, pois foi possível analisar em tempo real as dificuldades dos estudantes, os erros e os acertos, retornando também um feedback sobre a aprendizagem. Além disso, tais recursos didáticos podem contribuir para inclusão de estudantes com diferentes necessidades educacionais como alunos cegos, por exemplo, pois são materiais táteis, como os jogos ou kits, que apresentam peças com texturas que facilitam o manuseio, e possibilitam o uso coordenado do som, assim o estudante pode receber instruções sonoras sobre a atividade, manusear os jogos e participar ativamente da aula. No entanto, os jogos, os kits e os aplicativos apesar de considerados como materiais atrativos, dinâmicos, motivadores e capazes de favorecer um processo de ensino-aprendizagem menos verbalístico e mais dinâmico, não estão comumente presentes nas salas de aula brasileiras que, em sua maioria, vivenciam aulas expositivas dialogadas com uso restrito do quadro e giz associado a livros ou apostilas didáticas, materiais que acabam não valorizando o caráter investigativo do ensino de ciências. A inovação no ensino é necessária, tanto no sentido de motivar a participação e engajamento do estudante como também para construir um ambiente propício para a promoção de aprendizagens significativas.

Palavras-chave: materiais didáticos; ensino de ciências; jogos didáticos; tecnologia no ensino

INTRODUÇÃO

Os materiais didáticos, ou ainda chamados de recursos de ensino ou materiais pedagógicos, quando bem selecionados e utilizados, contribuem para um ensino mais atual e dinâmico, favorecendo a construção e compreensões de conceitos. Tais instrumentos podem variar, desde o já conhecido giz e lousa, até atividades práticas, jogos didáticos, vídeos e simulações computacionais, dentre outros utilizados em sala de aula.

Considera-se que todo material didático, definido por Souza (2007, p.111) como “todo material utilizado como auxílio no ensino e aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado, pelo professor, a seus alunos”, precisa ser variado e diversificado, para dinamizar o ensino de conteúdos, muitas vezes abstratos, principalmente no ensino de ciências e biologia. A compreensão de termos e conceitos como molécula, proteína, aminoácidos, entre outros, pode ser facilitada dependo da forma didática e dos recursos utilizados pelo professor.

No entanto, o que se observa na prática diária nas salas de aula da Educação Básica no Brasil, assim como nas indicações de pesquisas na área de Ensino de Biologia, é que mesmo diante dos crescentes avanços da Ciência e da tecnologia, o ensino de ciências e de biologia comumente e, em algumas escolas, somente, utiliza aulas expositivas, sendo o professor a figura principal e os alunos ouvintes passivos. Lima e Vasconcelos (2006) destacam que alunos do ensino fundamental da rede pública, na maioria das vezes, deparam-se com metodologias que nem sempre promovem a efetiva construção de seu conhecimento. Tal situação, conforme indicado por Krasilchik (2008), contribui para o desinteresse pelo conteúdo por parte do aluno.

Aulas de ciências baseadas na simples exposição verbal do conteúdo são criticadas a algum tempo em virtude do caráter desmotivador e da situação passiva dos estudantes. Nesse sentido, buscar materiais didáticos que incluam a participação ativa do estudante em aula pode ser um caminho para inovar e motivar as aprendizagens. Atualmente é possível encontrar uma variedade de materiais que possam ser utilizados nas aulas de ciências, porém, o grande desafio é decidir quais são adequados à realidade dos alunos e como utilizá-los. Além disso, o tipo de material a ser utilizado dependerá da condição de oferta, finalidade da disciplina, público-alvo e da combinação das tecnologias.

Além disso, ao utilizar diferentes recursos didáticos existem maiores chances de o professor atingir de forma mais eficaz a heterogeneidade dos alunos, que apresentam características diferentes e aprendem de modos diferentes. Também os recursos didáticos precisam estar adequados aos objetivos educacionais, um determinado instrumento pode ser adequando para o alcance de um objetivo mas não de todos os objetivos do ensino de ciências e biologia. Dessa forma, o professor precisa conhecer e trabalhar com uma variedade de propostas, para alcançar as mais diversas possibilidades e limitações de uma turma de alunos. Concordando com Castoldi (2009):

> (...) com a utilização de recursos didático-pedagógicos pensa-se em preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, faz os alunos participantes do processo de aprendizagem (CASTOLDI 2009, p. 985).

Admite-se, portanto, que os materiais didáticos desempenham importante papel no processo de ensino e de aprendizagem, daí a necessidade de conhecer as funções e características desses materiais. Para Graells (2000), esses recursos apresentam algumas funções, como: fornecer informações, orientar a aprendizagem, exercitar habilidades, motivar, avaliar, fornecer simulações, fornecer ambientes de expressão e criação. E, de acordo com Souza (2007):

> Utilizar recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem é importante para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado, desenvolvendo sua criatividade, coordenação motora e habilidade de manusear objetos diversos que poderão ser utilizados pelo professor na aplicação de suas aulas. O uso de recursos didáticos deve servir de auxílio para que no futuro os alunos aprofundem, apliquem seus conhecimentos e produzam outros conhecimentos a partir desses (SOUZA, 2007, p.112)

Entendendo o importante papel dos materiais didáticas na promoção de atividades que favoreçam um ensino de ciências mais atual e dinâmico, objetivou-se analisar a aplicabilidade e as contribuições de materiais selecionados ou produzidos durante uma disciplina de um curso de Licenciatura, na qual a professora responsável orientou os estudantes, futuros professores, para o uso dos materiais em atividades de estágio nas unidades de educação básica, tais como: jogos (Jogo Cara a Cara, Jogo da Higiene e outros) aplicativos (Plickers e outros) e kits didáticos (experimentos da fotossíntese, digestão).

METODOLOGIA

A pesquisa focalizou materiais didáticos selecionados (já existentes) e também produzidos por estudantes da licenciatura no decorrer de uma disciplina obrigatória do currículo de formação de

professores no primeiro semestre de 2019. Para análise da aplicabilidade e contribuições dos materiais para o ensino e para a aprendizagem foram acompanhados sistematicamente 20 episódios de ensino realizados no momento de estágio curricular dos licenciandos junto ao ensino fundamental (estudantes do 5º ao 9º anos, na faixa etária de 10 a 14 anos) ou ensino médio (1ª a 3 a série, faixa etária de 15 a 17 anos), de escolar públicas de uma cidade do interior do Estado de São Paulo, Brasil, com turmas de aproximadamente 30 alunos cada, buscando-se relacionar a aplicação do recurso e o resultado apresentado em testes/avaliações e registros escritos dos estudantes.

Para coleta de dados realizou-se observação participante, com registros em diário de bordo (LUDKE e ANDRÉ, 2012), momentos que a atenção esteve voltada para a forma de interação dos estudantes com os materiais apresentados. Também foram analisadas as atividades escritas produzidas pelos estudantes, buscando-se elementos que indicassem como os materiais didáticos influenciaram na aprendizagem.

Foi organizada uma ficha avaliativa para os professores das unidades escolares que acompanhavam a aplicação do material didático. Essa ficha contemplava 12 questões e as respostas deveriam ser assinaladas na escala escala Likert, assim iriam evidenciar maior ou menor nível de aprovação, já que a pontuação variava de 1 ponto (próximo a avaliação negativa) a 5 pontos (próximo a avaliação muito positiva), havia ainda uma questão aberta que os professores poderiam escrever sugestões. Os resultados dessas fichas foram tabulados.

A análise e discussão dos dados considerou dois enfoques: o pedagógico e o metodológico, conforme proposta de Goldbach et. al (2009). Segundo essa proposta, o enfoque pedagógico pode ser subdividido em três categorias:

- cognitiva: entende-se como aquela que explora conhecimentos e conceitos prévios do aluno, os quais foram adquiridos e trabalhados sobre o assunto;
- procedimental: relaciona-se com a capacidade do aluno em manipular objetos e expressar o conhecimento adquirido na prática. Esse enfoque pode ser representado sob a forma de tabelas, relatórios, gráficos ou qualquer outro método de exposição de resultados sugeridos pela atividade em análise;
- motivacional: refere-se àquelas que inserem o aluno na prática, de forma a estabelecer diálogo e envolvimento com os demais alunos e com o próprio professor. Essas parecem objetivar promover maior socialização e desinibição do aluno, além de participação ativa em todo o procedimento, facilitando o aprendizado, uma vez que o integra ao conteúdo, aproximando-o do cotidiano.

Por sua vez, o enfoque metodológico envolve analisar se os materiais didáticos favoreciam:

- a demonstração: nesse caso o instrumento ou atividade tem por objetivo corroborar o conteúdo estudado anteriormente. Nessa categoria, o aluno exerce um papel pouco ativo no desenvolvimento da prática, sendo o professor o realizador da prática;
- a verificação: utilizado com o objetivo de verificar fatos e princípios estudados, com o aluno participando, de alguma forma, no decorrer dela, mas seguindo determinados paradigmas. Diferentemente da categoria demonstração, o professor exerce um papel mediador;
- a descoberta: leva o aluno a ações mais diretas, com maior grau de intervenção no que está estudando, podendo ou não partir do que ele já sabe, mas dando-lhe autonomia para chegar aos resultados de forma mais independente.

RESULTADOS

De uma forma geral, os resultados evidenciaram um grande interesse dos estudantes da educação básica pelos jogos didáticos, demonstrando motivação, maior participação em aula, além de contribuírem para que conceitos abstratos do ensino de ciências pudessem ser melhor compreendidos como, por exemplo, classificação dos seres vivos, como a fotossíntese ocorre, observação de células.

Durante o acompanhamento dos episódios de ensino, foi evidente a maior participação dos estudantes no decorrer da atividade, pois mostravam motivação para interagir com o material apresentado. Muitos declararam que não haviam participado de aulas desse tipo anteriormente, envolvendo o uso de jogos, simulações ou aplicativos de celular.

Os professores das turmas, que acompanhavam a aplicação, também indicavam que estudantes que não questionavam ou demonstravam não entender o conteúdo, modificaram o comportamento durante as aulas envolvendo os materiais didáticos que foram produzidos, já que demonstravam maior participação.

Foi notório também que essa prática levou os licenciandos, futuros professores, a reflexões sobre o importante papel do professor ao planejar atividades didáticas diferenciadas das comumente utilizadas, nas quais prioriza-se a fala do professor, o uso do giz e da lousa, deixando o aluno em posição passiva.

Figura 1. Exemplo de aplicação de material e participação ativa do estudante.

Os aplicativos constituíram um adequado material para inclusão da tecnologia, em especial o uso do celular, em sala de aula, apresentando uma nova dinâmica entre estudantes e professores e favorecendo múltiplos canais de comunicação, pois foi possível analisar em tempo real as dificuldades dos estudantes, os erros e os acertos, retornando também um feedback sobre a aprendizagem.

Em um dos episódios de ensino foi utilizado a aplicativo Plickers, e os estudantes se mostraram muito animados com a atividade. O professor que acompanhou a aplicação, inclusive, divulgou para demais professores da escola o uso do aplicativo, fato que demonstra que novos materiais e possibilidades são capazes de também motivar os professores.

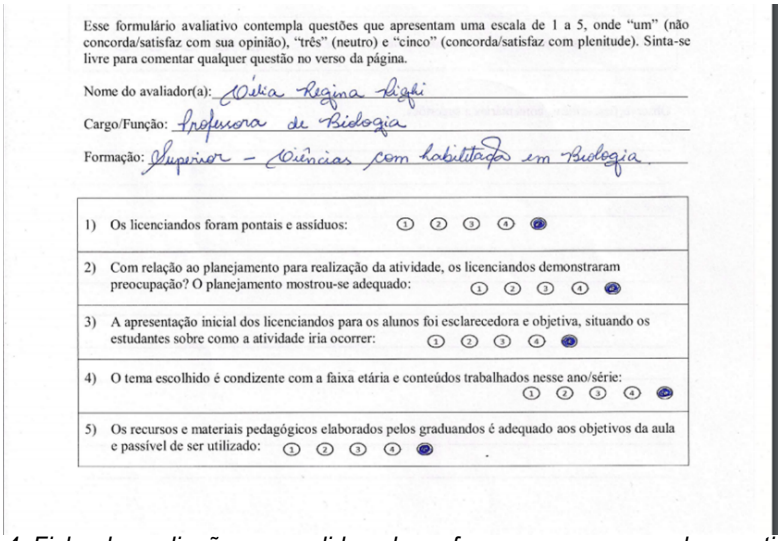
Figura 2. Utilizando o aplicativo Plickers

Uma preocupação com relação a produção de materiais didáticos residiu no fato de promover a inclusão de estudantes com diferentes necessidades educacionais como alunos cegos, por exemplo, pois foram produzidos materiais táteis, como os jogos ou kits, que apresentam peças com texturas que facilitam o manuseio, ou que possibilitassem o uso coordenado do som, assim o estudante poderia receber instruções sonoras sobre a atividade, manusear os jogos e participar ativamente da aula.

Figura 3. Interação do estudante com material didático

Como relação as fichas respondidas pelos professores todos indicaram que o planejamento das atividades estava adequado e que os materiais foram condizentes com as propostas, conteúdos e nível de ensino. Os materiais utilizados foram classificados como simples, práticos e interativos, que favoreciam o reaproveitamento de materiais e a sustentabilidade, com descrições como: “Os recursos e materiais pedagógicos utilizados foram muito uteis para ajudar os alunos a compreender os conteúdos que foram abordados” ou “A forma lúdica com que o conhecimento é adquirido pelos alunos”.

As avaliações que se aproximaram na pontuação 1 indicaram que os licenciandos ainda carecem de maior prática no contexto de sala de aula, ou ausência de recursos tecnológicos em todas as unidades escolares.



Esse formulário avaliativo contempla questões que apresentam uma escala de 1 a 5, onde “um” (não concorda/satisfaz com sua opinião), “três” (neutro) e “cinco” (concorda/satisfaz com plenitude). Sinta-se livre para comentar qualquer questão no verso da página.

Nome do avaliador(a): Délia Regina Righi

Cargo/Função: Professora de Biologia

Formação: Superior – Ciências com habilitação em Biologia.

1)	Os licenciandos foram pontais e assíduos: ① ② ③ ④ ⑤
2)	Com relação ao planejamento para realização da atividade, os licenciandos demonstraram preocupação? O planejamento mostrou-se adequado: ① ② ③ ④ ⑤
3)	A apresentação inicial dos licenciandos para os alunos foi esclarecedora e objetiva, situando os estudantes sobre como a atividade iria ocorrer: ① ② ③ ④ ⑤
4)	O tema escolhido é condizente com a faixa etária e conteúdos trabalhados nesse ano/série: ① ② ③ ④ ⑤
5)	Os recursos e materiais pedagógicos elaborados pelos graduandos é adequado aos objetivos da aula e passível de ser utilizado: ① ② ③ ④ ⑤

Figura 4: Ficha de avaliação respondida pela professora que acompanhou a atividade

A análise dos materiais a partir do enfoque pedagógico (GOLDBACH et. al, 2009) demonstrou que todos estavam preocupados com a função cognitiva já que exploravam conhecimentos e questionamento para os estudantes, por exemplo:

- Jogo Cara a Cara: apresentava conhecimentos sobre a classificação dos invertebrados e para jogar o estudante deveria conhecer características principais dos grupos;
- Jogo da Sexualidade: apresentava conhecimentos sobre contaminação por doenças sexualmente transmissíveis e formas de prevenção;
- Jogo Vetorize-se: os alunos deveriam aplicar as leis de Newton para resolver as questões.

Figura 5. Aplicação de jogos

A função procedimental mostrou-se presente, especialmente, em Kits didáticos como o Kit sobre a fermentação no qual para discutir sobre o papel dos fungos propunha que o estudante fizesse a massa de um pão, e também no Kit “O rio e a mata” que os estudantes testavam como a chuva afetava o solo desprovido de vegetação e o importante papel da mata ciliar. Esses materiais demonstraram favorecer a descoberta, pois favoreciam que o aluno agisse diretamente com o objeto de estudo, utilizando conhecimentos que possui, testando, e lhe conferindo maior autonomia, a fim de chegar a resultados de forma mais independente.

Figura 6. Aplicação de Kits didáticos

Jogos de tabuleiro, cartas ou para montagem de molécula de DNA foram motivadores para os estudantes, pois inseriram o estudante na prática, favoreceram múltiplos diálogos e questões e uma maior socialização, sendo caracterizados como motivacionais. Também, a partir do momento que interagiam com o material poderia verificar se os conhecimentos seriam considerados certos ou errados e o professor agia como um mediador.

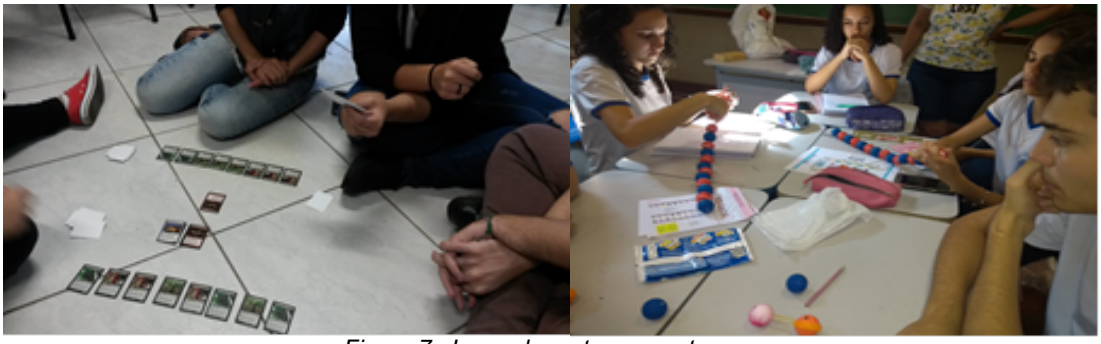


Figura 7. Jogos de cartas e montagem

Observou-se que ao modificar a sequência de aula que envolve a exposição de um conteúdo e depois um exercício respondido pelo aluno, a partir da inserção de diferentes tipos de materiais

didáticos como jogos, os kits e aplicativos, os estudantes demonstram maior motivação para participar e interagir com os conteúdos apresentados. No entanto, apesar de considerados como materiais atrativos, dinâmicos, motivadores e capazes de favorecer um processo de ensino-aprendizagem menos verbalístico e mais dinâmico, não estão comumente presentes nas salas de aula brasileiras que, em sua maioria, vivenciam aulas expositivas dialogadas com uso restrito do quadro e giz associado a livros ou apostilas didáticas, materiais que acabam não valorizando o caráter investigativo do ensino de ciências.

CONCLUSÕES

A inovação no ensino é necessária, tanto no sentido de motivar a participação e engajamento do estudante como também para construir um ambiente propício a promoção de aprendizagens significativas. Nem sempre essa inovação exige criar materiais novos, ou buscar novas metodologias, mas sim saber selecionar e utilizar o que já existee assim trazer uma nova dinâmica para a sala de aula.

Ao apresentar materiais que se diferenciam do comum giz e lousa, inclusive trazendo para a sala de elementos que os alunos convivem cotidianamente como jogos ou aplicativos isso mostra-se motivador para o estudante, fazendo-o participar de forma mais ativa no decorrer da aula, assim não assumo uma postura passiva de receptor de conceitos, mas experimento, interage, permite-se errar e aceitar, o que pode favorecer que o conceito seja construído de forma mais significativa.

Foi possível concluir que os materiais didáticos utilizados favoreceram uma maior inter-relação entre aprendizes e objetos de conhecimento, e entre a teoria e a prática, facilitando uma interpretação sobre os fenômenos e processos naturais estudados, assim puderam levantar hipóteses, propor resultados, comparar questões privilegiando as características próprias do ensino de ciências.

AGRADECIMENTOS

Aos participantes dessa pesquisa: licenciandos, escolas de educação básica, professores e estudantes. A Universidade de São Paulo – USP – pelo apoio a pesquisa. Ao Programa Interunidades de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada (PPGI - EA). Ao Programa Santander Universidades que pelo Edital PRPG 11/2019 – Mobilidade Santander: Docentes, viabilizou a participação no XVIII ENEC e III ISSE.

REFERÊNCIAS

Castoldi R, & Polinarski, C. A. (2009). A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In A. C. Francisco, G. S. Junior & N. A. M. Pinheiro (Eds.), *I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia* (pp. 684- 692). Ponta Grossa.

Goldbach, T., Papoula, N. R. P., Sardinha, R. C., Dysarz, F.P., & Capilé, B. (2009). Atividades práticas em livros didáticos atuais de biologia: investigações e reflexões. *Revista Perspectivas da Ciência e Tecnologia, 1*(1), 63-74.

Graells, P.M. (2015). *Los medios didácticos*. Retirado de https://tinyurl.com/2udnynl

K*rasilchik*, M. (2008). *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Lima, K. E. C, & Vasconcelos, S. D. (2006). Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 14*(52), 397-412.

Lüdke, M., & André, E.D.A. (2012). *Pesquisa em Educação*: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU Editora Pedagógica e Universitária.

Souza, S. E. (2007). O uso de recursos didáticos no ensino escolar. Arquivo Mundi, 11(2), 110-114.

A FOTOGRAFIA CIENTÍFICA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO DE ENSINO: APROXIMAÇÕES ALÉM MAR

Roberta Rodrigues da Matta[1], Marcelo Diniz Monteiro de Barros[1,2], Rosane Moreira Silva de Meirelles[1,3]

[1]Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos (LITEB), Programa stricto sensu em Ensino em Biociências e Saúde (PG-EBS), Instituto Oswaldo Cruz (IOC), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) (BRASIL)

[2]Departamento de Ciências Biológicas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG), Faculdade de Educação, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) (BRASIL)

[3]Departamento de Ensino de Ciências e Biologia (DECB), Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (IBRAG), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) (BRASIL)

beta_matta@hotmail.com

Resumo

Os recursos e linguagens utilizados na divulgação científica propiciam ao público não especialista a leitura de mundo caracterizada como uma reconstrução do discurso científico. A fotografia é um desses recursos pois tem sua função no processo de produção científica e em sua divulgação. Existem numerosos tipos de fotografia científica, adequados a diferentes objetivos que variam quanto a técnica empregada. A fotografia científica didática é definida como a fotografia utilizada para atividades ligadas ao ensino de um conteúdo escolar. Nossa proposta foi exploratória para levantar as contribuições de pesquisas que incorporem a fotografia científica didática, principalmente no Ensino de Ciências. Selecionamos a biblioteca eletrônica SciELO, base de dados que contempla trabalhos de vários países, entre eles os objetos desse estudo, Brasil e Portugal. Segundo a ferramenta SciELO analytics a versão portuguesa conta, atualmente, com 68 journals e 19184 documentos. A versão brasileira apresenta 374 journals e 391607 documentos. Na busca por termos como "fotografia didática" e "fotografia científica", não obtivemos resultados na biblioteca dos dois países. Assim, optamos por buscar por termos como "fotografia pedagógica" e "fotografia escolar", seguindo a sugestão de assuntos da própria biblioteca. Ainda assim, encontramos apenas uma ocorrência dos termos em cada biblioteca. Um versa sobre a prática do educador da infância e o outro a respeito de um trabalho histórico sobre a produção de determinado fotógrafo sobre a temática educação. A análise de outras bases de dados, como a Periódicos Capes e Scopus, se faz necessário para corroborar esses resultados e expandir a análise do uso da fotografia aplicada a outras áreas na educação.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Fotografia científica didática; Recurso didático.

INTRODUÇÃO

A divulgação científica utiliza de recursos e linguagens que propiciam ao público não especialista a leitura de mundo caracterizada como uma reconstrução do discurso científico. Assim, a divulgação científica tem exercido relevantes funções, entre elas informativa e, sobretudo, mediadora entre a sociedade e a produção científica (Carvalho, 2003). Adotamos neste trabalho o conceito de fotografia científica usado por Cunha (2018) que a caracteriza como o registro fotográfico e sua utilização no processo de produção científica e em sua divulgação.

Existem numerosos tipos de fotografia científica, adequados a diferentes objetivos. Apresentam variação técnica, em equipamentos e ambientes, impactando assim em seu custo. A saber: Fotomacrografia, Fotomicrografia, Fotografia Infravermelha, Termografia, Fotografia Ultravioleta, Fotografia de Fluorescência, Fotografia de Alta Velocidade, Fotografia Schlieren, Fotografia Morfométrica, Fotografia Documental, Fotografia Observatória e Fotografia Subaquática (Belz, 2011).

Para o Ensino de Ciências, alguns elementos propiciam seu uso, como o registro de elementos físicos e ecológicos de ambientes naturais, seres vivos, e para registros antropológicos (Belz, 2011). Dessa forma, a fotografia científica didática é definida como a fotografia utilizada para

atividades ligadas ao ensino de um conteúdo escolar, estabelecendo uma ligação entre a fotografia científica e os elementos didático-pedagógicos (Cunha, 2018).

Diante desses elementos, nossa proposta foi exploratória com o objetivo de levantar as contribuições de pesquisas que incorporem a fotografia científica didática no ensino. Nesse sentido, selecionamos uma base de dados que contemple trabalhos dos países objeto desse estudo, Brasil e Portugal, a biblioteca eletrônica Scientific Electronic Library Online (SciELO). Acessamos a biblioteca no primeiro semestre de 2019 para buscar o termo proposto. Utilizamos para fins de análise os dados estatísticos disponibilizados através da ferramenta SciELO analytics.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

A biblioteca eletrônica SciELO conta com uma coleção selecionada de periódicos, constituindo parte integrante de um projeto de autoria da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) em parceria com a BIREME - Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde e apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Seu projeto tem como objetivo desenvolver uma metodologia que abrange preparação, armazenamento, disseminação e avaliação de literatura científica em formato electrónico. A página prevê que "será constantemente atualizado tanto em forma quanto em conteúdo, de acordo com os avanços do projeto".

Nesse trabalho, fizemos a análise da plataforma eletrônica SciELO pois ela conta com a coleção de vários países, como mostra a Fig. 1. Sabemos que há outras bases de dados e plataformas, mas fizemos a opção por essa em especial pois ela conta com as coleções de Portugal e Brasil.

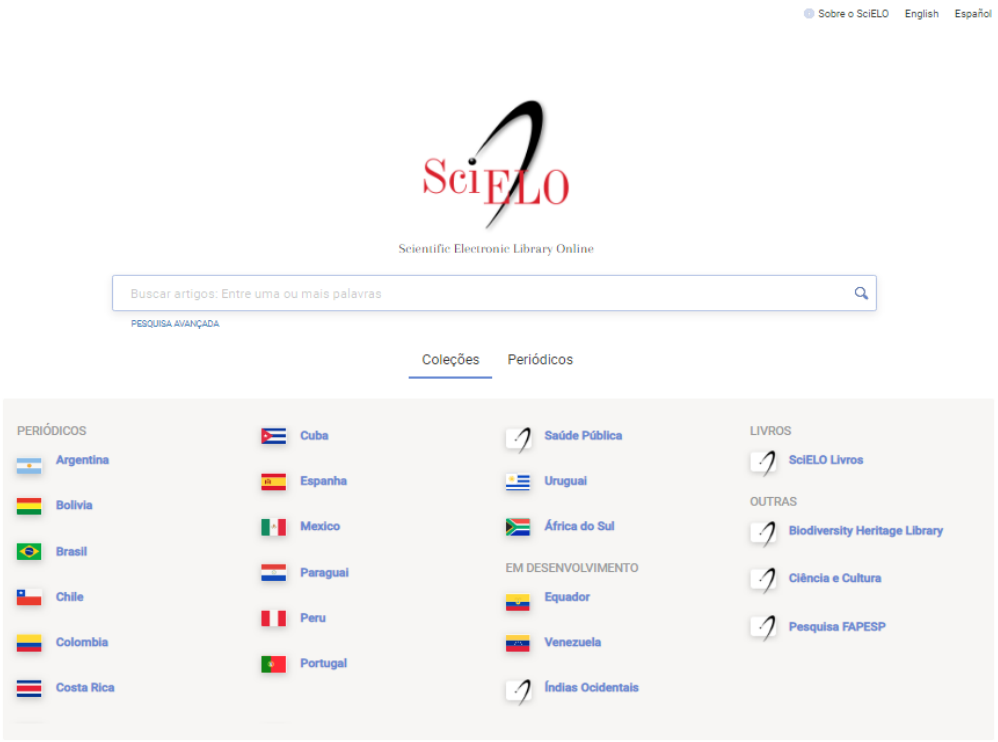


Figura 1. Coleções disponíveis na biblioteca SciELO

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS

Segundo a ferramenta SciELO analytics, a versão portuguesa conta com 68 journals e 19184 documentos. A versão brasileira apresenta 374 journals e 391607 documentos. Nossa intenção foi buscar pelos termos "Fotografia científica" e "Fotografia didática" por nosso interesse em tais

temáticas, mas não obtivemos resultados na biblioteca dos dois países. Sendo assim, optamos pela busca por outros termos que se aproximam da temática.

Na biblioteca portuguesa um dos assuntos sugeridos foi “fotografia pedagógica”, e para esse termo encontramos apenas um trabalho intitulado “Documentação e fotografia pedagógica na ação e no desenvolvimento profissional do educador de infância: uma reflexão na senda da supervisão pedagógica.” Publicado em 2018, o objetivo desse trabalho foi ampliar a compreensão a respeito da documentação pedagógica, apoiada na fotografia e na reflexão sobre seus significados, para potencializar a ação e o desenvolvimento profissional do educador de infância (Freitas & Craveiro, 2018). Para as autoras, a fotografia pedagógica reflete valores e aspectos da cultura escolar e pode auxiliar a:

> “formar comunidades educativas de memória por possibilitar que a ação pedagógica desenvolvida seja prolongada na memória individual e coletiva, que os laços interpessoais, o entendimento prolongado, o apoio e as ligações ao contexto possam ser construídos e perdurar além do tempo e do espaço em que a ação pedagógica ocorre e em que sejam descritas e preservadas histórias que confiram sentido e significado aos seus elementos.” (Freitas & Craveiro, 2018, p. 103)

A busca na biblioteca brasileira foi feita utilizando o termo “fotografia escolar”, também por sugestão da biblioteca. Como resultado encontramos apenas um trabalho, publicado em 2016, intitulado “Guilherme Glück: A Coleção, O Fotógrafo e A Educação (1920-1950)”. O objetivo desse trabalho foi compreender a trajetória de Guilherme Glück, fotógrafo que registrou a educação da cidade de Lapa, no estado do Paraná, Brasil (Lima, 2016).

O trabalho que define o termo fotografia didática (Cunha, 2018) data de 2018, sendo relativamente recente. Sendo assim, atribuímos o fato da recente construção do termo a baixa de dados que encontramos neste trabalho. Entre, os termos que buscamos na biblioteca SciELO, “fotografia pedagógica” retornou resultados mais próximos do contexto esperado.

CONCLUSÕES

A análise da biblioteca eletrônica SciELO foi realizada já que ela apresenta coleções de publicações científicas de diversos países, entre os quais analisamos o material do Brasil e de Portugal.

Buscamos os termos “fotografia científica” e “fotografia didática”, mas na falta de sua ocorrência nas bibliotecas portuguesa e brasileira, optamos pela busca por “fotografia pedagógica” e “fotografia escolar”, respectivamente, seguindo a sugestão de assuntos da própria biblioteca. Ainda assim, encontramos apenas uma ocorrência dos termos em cada biblioteca, possivelmente atrelada a recente proposição do uso da fotografia para atividades ligadas ao ensino de um conteúdo escolar.

Entre os dois resultados encontrados, um versa sobre a prática do educador da infância e o outro sobre um trabalho histórico a respeito da produção de determinado fotógrafo sobre a temática educação. A análise de outras bases de dados se faz necessária para corroborar esses resultados e expandir a análise do uso da fotografia aplicada a outras áreas na educação. Esperamos que outros trabalhos utilizem do potencial da fotografia no ensino e seja possível estimular sua produção juntos aos alunos, já que a fotografia científica didática constitui um elemento escolar.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

Belz, C. (2011). *A fotografia científica Lebio*. Retrieved from https://tinyurl.com/tcudf8j

Carvalho, I. (2003). Os sentidos do “ambiental”: a contribuição da hermenêutica à pedagogia da complexidade. In E. Leff (Ed.), *A complexidade ambiental* (pp. 116-117). São Paulo: Cortez Editora.

Cunha, M. (2018). A Fotografia Científica no Ensino: Considerações e Possibilidades para as Aulas de Química. *Química nova na escola, 40*(4), 232-240. doi:10.21577/0104-8899.20160129

Freitas, L., & Craveiro, C. (2018). Documentação e fotografia pedagógica na ação e no desenvolvimento profissional do educador de infância: uma reflexão na senda da supervisão pedagógica. *Invest. Práticas*. 8, 2, 98-114. doi:10.25757/Invep.V8i2.139

Lima, E.S. (2016). Guilherme Glück: A Coleção, O Fotógrafo E A Educação (1920-1950). *História da Educação, 20*(49), 163-185. doi:10.1590/2236-3459/59540

APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS COMO PRODUÇÃO SUBJETIVA DE CULTURA CIENTÍFICA ESCOLAR

Andrela Garibaldi Loureiro Parente, José Moysés Alves

Universidade Federal do Pará (BRASIL)
andrelagaribaldi40@gmail.com

Resumo

A aprendizagem em ciências foi concebida como mudança conceitual, a partir da teoria de Piaget e, em seguida, como enculturação científica, com base na teoria de Vygotsky. Os conceitos mais conhecidos da teoria de Vygotsky, entre eles o de internalização, fazem parte de um momento de sua obra em que outros temas importantes foram pouco enfatizados, como a ideia de sistema psicológico, a relação entre o afeto e o cognitivo, a relação da personalidade com o contexto social, o caráter gerador da psique e a importancia da imaginação criadora. A partir destes conceitos, Gonzalez Rey desenvolve sua teoria da subjetividade, que concebe a aprendizagem como produção subjetiva e não apenas como reprodução, assimilação ou internalização da cultura. Está teoria permite compreender como a aprendizagem em ciências (compreensiva e criativa, não reprodutiva) contribui para o desenvolvimento da personalidade (subjetividade individual) e sua expressão nos diversos contextos sociais em que o sujeito participa (subjetividade social). No presente artigo, apresentamos uma concepção alternativa para a aprendizagem em ciências, que aproxima da ideia de produção subjetiva, da ideia de uma cultura científica produzida na escola, mas que não se confunde com a aquisição de conhecimento científico exclusivamente acadêmico. Valoriza a investigação como contexto de aprendizagem em ciências, entendendo que tem um status epistemológico diferente da investigação científica. Assim, defendemos a relevância educacional da concepção de aprendizagem em ciências como produção de cultura científica escolar, pois consideramos mais adequada para fundamentar uma perspectiva de ensino, que objetiva motivar os estudantes a aprender ciências e formar cidadãos críticos e criativos.

Palavras-chave: Aprendizagem em ciências; Subjetividade; Cultura científica escolar.

INTRODUÇÃO

Avanços nas discussões sobre concepções de aprendizagem em ciências contribuem para convencer os educadores a superar a visão de aprendizagem enquanto reprodução padronizada de conceitos científicos. Esta perspectiva faz parte do senso comum e tem contribuído para a desmotivação dos estudantes e para a dificuldade de formá-los como cidadãos participativos e responsáveis.

Concepções de aprendizagem em ciências se originam de transposições de conhecimentos de outros campos para a área de Educação em Ciências, que é, em sua constituição, interdisciplinar. Assim, segundo Cachapuz (2000), a aprendizagem como produto, inspirada na lógica behaviorista, cedeu lugar para a aprendizagem como processo cognitivamente mediado, acompanhando as ideias cognitivistas e construtivistas. O referido autor argumentou pela aprendizagem como processo social e culturalmente mediado, com base na perspectiva histórico-cultural, que se origina em Vygotsky, considerando esta visão mais relevante, educacionalmente.

Usando o argumento da relevância educacional, vamos propor, no presente artigo, a concepção de aprendizagem em ciências como produção subjetiva de cultura científica escolar. Ela fundamenta-se na Teoria da Subjetividade, de Fernando González Rey (2002, 2008, 2009, 2014), em particular suas ideias sobre aprendizagem compreensiva e criativa, e em reflexões sobre a cultura científica escolar de autores da área de educação em ciências como Cachapuz (2000, 2004, 2016a, 2016b), Lopes (1998) e Leon Cañal (1999).

Sobre a necessidade de outra compreensão de aprendizagem em ciências

Mudanças significativas ocorreram na concepção de aprendizagem em ciências na virada do século. Entretanto, consideramos que dimensões importantes da aprendizagem em ciências ainda merecem ser discutidas se quisermos contribuir para a motivação dos estudantes e para a compreensão de como formá-los para serem cidadãos participativos e responsáveis.

A partir das ideias de Piaget, a aprendizagem em ciências foi compreendida como mudança conceitual. Esta perspectiva fundamentou pesquisas e práticas de ensino na década de oitenta. Assumiu como conceito central o conflito cognitivo. Assim, diante da explicação de um fenômeno, as ideias de senso comum dos estudantes eram problematizadas. O papel do professor era produzir atividades práticas que desafiassem as concepções prévias do aprendiz, encorajando-o a reorganizar suas teorias pessoais e "desenvolver novos esquemas de conhecimento que são mais bem adaptados à experiência" (Driver, 1999, p.33).

A aprendizagem como mudança conceitual foi criticada por desvalorizar a figura do professor no processo de ensino, difundir uma visão de ensino de ciências empirista e defender a substituição do conhecimento do senso comum pelo conhecimento científico. Além disso, as ideais de Piaget configuraram uma visão acadêmica de aprendizagem, "[...] é como se aprende que se valoriza (sobrevaloriza) no pressuposto de que o *como* se aprende é independente *do que* se aprende, *onde* se aprende (Cachapuz, p. 2000, p.14)"

As ideias de Vygotsky contribuíram para a concepção de aprendizagem em ciências como enculturação científica, que orientou pesquisas e práticas, deste a década de 90. Ao discutir sobre o contexto teórico de transição entre a perspectiva de aprendizagem cognitivista, na qual inclui as teorias de Ausubel e Piaget, para a sócioconstrutivista, que remete a Vygotsky, Cachapuz (2000, p.12) comenta:

> [...] já não chega situar a atenção sobre a compreensão do que se passa na mente do aluno quando este se confronta com o objeto de estudo, que processos cognitivos e estruturas conceituais estão envolvidas ou qual o formato ótimo do objeto do estudo, mas sim deslocar o olhar para as relações do aluno com o mundo e o outro e de que modo tais relações influenciam a aprendizagem.

Nesta perspectiva, a aprendizagem relaciona-se às interações em diferentes contextos culturais, assim o conceito de aprendizagem considera não só a realidade intraescolar, mas também a extra-escolar (Cachapuz, 2000; Driver, 1999). Além da valorização dos contextos culturais, a aprendizagem como enculturação científica buscou a superação da visão empirista de ciência, proporcionada pela noção de mudança conceitual (Driver, 1999). De acordo com Driver (1999, p.36):

> Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. [...] os indivíduos precisam engajar-se em um processo pessoal de construção e de atribuição de significados. Caracterizado dessa maneira, aprender ciências envolve tanto processos pessoais como sociais. No plano social, o processo envolve ser introduzido aos conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica.

Compreender a aprendizagem com processo de enculturação científica significava a "[...] apropriação da cultura através das interações sociais, cuja vivência favorece a sua interiorização. Tal interiorização corresponde à reconstrução interna de uma operação externa [...]. (Cachapuz, Praia & Jorge, 2004, p. 376)

Os conceitos vygotskyanos de mediação, internalização, signo, funções psicológicas superiores são os que mais, frequentemente, têm orientado pesquisas brasileiras na área (Bonfim, Solino, Gehlen, 2019). Sobre estes conceitos, desenvolvidos por Vygotsky entre 1928 e 1931, González Rey (2007, 2009) afirma que foram elaborados no momento mais objetivista da obra do autor e foram os mais criticados na psicologia soviética.

Ao estudar a obra de Vygotsky, no conjunto de sua produção, entre os anos de 1922 e 1934, González Rey conclui que, em seus dois últimos anos, ele estava orientado para o desenvolvimento de uma compreensão da psique como um sistema, na qual a dimensão afetiva possuía um papel relevante. Neste momento, ele elaborou os conceitos de situação social de desenvolvimento, vivência (*perezhivanie*), e sentido, que implicavam uma nova compreensão da

relação entre personalidade e contexto social e entre afeto e cognição, que teriam consequências para sua concepção de aprendizagem.

Segundo González Rey (2007, p. 175),

> com a categoria de sentido, Vygotsky reconhece pela primeira vez o caráter gerador da psique, rompendo com uma tendência que caracterizou momentos anteriores de sua obra, de estabelecer uma relação linear e direta entre as operações externas e as internas, princípio que depois radicalizou A. N. Leontiev em sua teoria da atividade.

Ainda de acordo com González Rey (2009, p. 8), o conceito de situação social de desenvolvimento também problematiza a concepção anterior de internalização.

> Vygotski atribui à organização psíquica da infância um papel essencial no impacto das influências do ambiente sobre o desenvolvimento, com o qual se separa do conceito de **interiorização**, mais próximo do princípio do reflexo e que foi dominante em suas posições no segundo momento de sua obra [...]. Essas posições, de que as influências externas não definem nenhum efeito direto sobre o desenvolvimento, nos indicam mais um processo de **produção** que de refração. (tradução e grifos nossos)

As Obras Selecionadas de Vygotsky foram publicadas na década de 1980 em russo e só no final da década de 1990, em inglês e espanhol. As principais obras de Vygotsky referenciadas nas pesquisas em Educação em Ciências brasileiras foram as traduções americanas de Pensamento e Linguagem e Formação Social da Mente (Gehlen, Schroeder & Delizoicov, 2007). As ideias da última fase dos seus escritos foram pouco aproveitadas na área de educação em ciências. Apesar de fundamentar-se nas ideias de Vygotsky e seus seguidores, que ofereceriam subsídios para tais discussões, Cachapuz (2000), por exemplo, recorre às ideias de Damazio, para enfatizar a importância da emoção na aprendizagem e à Teoria das Inteligências Múltiplas, para ressaltar a singularidade do sujeito que aprende.

Ao argumentar contra a concepção de aprendizagem como reprodução padronizada de conceitos científicos pretendemos apresentar uma concepção de aprendizagem que reúne, em um mesmo marco teórico, várias dimensões relacionadas à aprendizagem em ciências, com base na teoria da subjetividade de González Rey, um desdobramento da abordagem histórico-cultural de Vygotsky. Recorreremos a autores da área da educação em ciências para tratar da cultura científica escolar, conteúdo específico da aprendizagem em foco.

Aprendizagem como produção subjetiva

O conceito de aprendizagem como produção de sentido subjetivo se diferencia das noções de aprendizagem como mudança conceitual e enculturação científica. Este conceito relaciona-se às categorias de subjetividade social, subjetividade individual, sujeito, sentido subjetivo e configuração de sentido subjetivo. A aprendizagem como produção de sentido subjetivo manifesta-se na aprendizagem compreensiva e criativa.

O conceito de aprendizagem como produção subjetiva foi proposto por Mitjáns Martínes & González Rey (2017), no âmbito de sua teoria da subjetividade. Entre outras influências, esta teoria se desenvolveu a partir do estudo da obra de Vygotsky e da necessidade de proposição de uma nova categoria que reconhecesse a dimensão complexa da psique humana e valorizasse o papel da emoção no desenvolvimento do sujeito, evitando a polarização entre as dimensões cognitiva e afetiva, interno e externo, individual e social.

A subjetividade é um fenômeno humano que compreende a ação do sujeito a partir do funcionamento psicológico como um sistema de relações imprevisíveis e não causais. A subjetividade não é determinada por condições externas e mecânicas, mas por um fluxo dinâmico, contraditório e recursivo, que tem como base geradora a emoção.

> As emoções devem ser entendidas em sua capacidade geradora, não como efeitos, mas como processos que mantém uma relação recursiva com outros processos psíquicos, única via para consolidar a ideia de unidade psíquica desenvolvida por Vygotsky, em contraposição com a ideia de compreender o psíquico a partir de elementos, que está na base, até hoje, de toda a psicologia atomística de orientação empírica. (González Rey, 2009a, p.12)

A subjetividade tem gênese cultural, sofre influências do contexto social, mas não é um simples produto do meio, ou seja, um reflexo do social. A partir de sua condição psíquica atual, de sua história de vida e relações afetivas, o sujeito atua de forma ativa sobre o meio, subjetivando as

experiências das quais participa. A compreensão da psique como sistema e não como reflexo do social requer considerar que:

> [...] as emoções não se reduzem, nem pela sua origem, nem pela sua relevância à mediação semiótica. As emoções representam uma forma de registro sobre os acontecimentos da realidade que se desdobram em processos simbólicos e que, nesse percurso, se definem como unidades simbólicos-emocional [...]. (González Rey, 2009b, p.128)

A subjetividade é simultaneamente individual e social (Mitjáns Martínes & González Rey (2017). A subjetividade social constitui-se nos processos de subjetivação que se originam da interação do sujeito com outros membros da cultura, nos diversos contextos sociais dos quais participa. A subjetividade individual refere-se aos processos de subjetivação produzidos pelo sujeito ao longo de sua história de vida. Os autores afirmam que a subjetividade social e a subjetividade individual "são processos que se configuram de modo recíproco, permanente, em que um é parte da natureza do outro" (p.53)

A compreensão do funcionamento psicológico do sujeito como um sistema complexo, tanto em termos de sua organização quanto de suas relações, bem como a consideração da psique como resultado de processos, que não derivam de uma relação linear e causal de influências do meio, pressupõe entender o sujeito como:

> [...] aquele que abre uma via própria de subjetivação, que transcende o espaço social normativo dentro do qual suas experiências acontecem, exercendo opções criativas no decorrer delas, que podem ou não se expressar nas ações. [...] representa a capacidade de posicionamento de indivíduos e grupos, cujos limites estão na própria produção simbólica da cultura e nos recursos subjetivos para assumir os desafios dos espaços existenciais da experiência. (González Rey & Mitjáns Martínes (2017, p.73)

No processo de subjetivação, o sujeito produz significados para as experiências a partir de suas configurações subjetivas atuais, que se expressam em termos de sentidos subjetivos. O conceito de sentido subjetivo supera a ideia dicotômica que reúne afeto e intelecto, recuperando a noção de que o pensamento não está dissociado da totalidade da vida do homem González Rey (2007, 2009a). Disto resulta a compreensão de que o pensamento é uma produção subjetiva (simbólico-emocional), não é o mero processamento da informação pela cognição, como consequência da ação e do uso da linguagem (González Rey, 2009b)

No processo de aprendizagem, o sujeito produz sentido subjetivo dentro de uma rede de outros sentidos subjetivos configurados na sua história de vida, a partir dos canais comunicativos e afetivos criados em um contexto específico experienciado por ele. Tal compreensão não é compatível com as noções de assimilação e de internalização. Um conceito de aprendizagem que se baseia na ideia de internalização, como um processo de reconstrução interna de um contexto externo não discute sobre como a imaginação e a criatividade integram esse processo.

No âmbito da teoria da subjetividade, Mitjáns Martínez e González Rey (2017) definiram os conceitos de aprendizagem compreensiva e aprendizagem criativa em oposição a aprendizagem reprodutiva memorística, sendo os dois tipos de aprendizagem que contribuem para o desenvolvimento da personalidade ou subjetividade individual. As aprendizagens compreensiva e criativa dependem de processos de subjetivação dos sujeitos, que envolvem a imaginação com processo intrínseco à produção de sentidos subjetivos. A aprendizagem compreensiva requer a personalização das informações pelos sujeitos. A aprendizagem criativa, além disso, integra a problematização dessas informações e a elaboração de novas ideias.

Considerar a aprendizagem como produção subjetiva dos sujeitos é compreender que há modos diferentes de expressar o aprendido e que estes são decorrentes de processos singulares de ordem da subjetividade humana. Assim, as instituições como a escola, são espaços de diversidade e não tem como pretender a padronização das pessoas.

Concordamos com Tacca e González Rey (2008, p.141) que "Ao se pensar a democratização do saber, foi formalizado um saber padrão para pessoas padronizadas, o que só poderia levar ao sucesso de poucos, ou seja, daqueles para os quais o padrão melhor se adapta". A a prendizagem em ciências pensada como produção subjetiva afasta-se, portanto, de uma visão padronizada dos estudantes, reconhecendo a singularidade de suas histórias de vida.

Aprendizagem em ciências como produção subjetiva de cultura científica escolar

A concepção de aprendizagem em ciências como produção subjetiva, ao se opor a um ensino voltado para o domínio de conteúdos científicos acadêmicos, privilegia a noção mais ampla de cultura científica escolar, que se diferencia da cultura científica por ser produzida na escola. A partir dos conceitos da cultura na perspectiva histórico-cultural e de cultura científica, discutimos sobre a necessidade de pensar a escola como um espaço de produção de cultura escolar, tendo a investigação escolar como um modelo de ensino que se diferencia da investigação científica.

No entendimento da psique como um reflexo do social, a cultura foi entendida como "formas racionais diferenciadas que se expressam nas operações cognitivas e nos significados pela mediação semiótica" (González Rey, 2009b, p. 121). Ao contrário dessa visão e no âmbito da teoria da subjetividade, González Rey (2002) adverte que o sujeito não atua como um subordinado em relação à cultura:

> […] a cultura é o processo permanente em que se expressa a vida humana, a qual tem momentos em que atua como externa em relação ao homem, enquanto este se insere de forma permanente em âmbitos culturais de todo tipo que o precedem, porém ao entrar em ditos âmbitos, o sujeito não atua como um subordinado, determinado desde fora, mas passa a ser parte destes processos culturais, aparecendo nesta dimensão como um sujeito constitutivo e constituinte da cultura" (p. 22/23) (tradução nossa)

Ao discutir a relação entre sociedade e currículo e adentar nas questões de cultura e conhecimento, Lopes (1998) defende que a escola não é um espaço somente de reprodução de uma cultura produzida em outras instituições, mas é um espaço de produção de cultura escolar. A autora averte que a seleção dos conteúdos que compõem o currículo é determinada por critérios diferentes, incluindo científicos, técnicos, epistemológicos, psicológicos, econômicos, políticos e sociais. Ela reconhece que há produção de uma cultura escolar nos processos de mediação, advertindo sobre a necessidade de problematizar o conhecimento que construímos na escola, em particular as relações de subordinação e controle a que somos submetidos.

> Não significa que a escola produz uma nova História, uma nova Matemática ou uma nova química, mas sim que a escola (re)constrói esses e outros saberes, trabalha com processos de mediação didática, capazes de tornar ensináveis e assimiláveis os saberes científicos e/ou eruditos. É nesse processo de mediação que se constitui um saber propriamente escolar. (Lopes, 1998, p.43)

Ao considerarmos a escola como um espaço de reprodução de uma cultura dominante, que supervaloriza o conhecimento científico, negamos as diferenças existente entre as classes sociais, a pluralidade cultural e a diversidade de saberes em favor de uma concepção de conhecimento acabado e de validade inquestionável.

A cultura escolar não é a reprodução de cultura científica, que tem como objetivo restrito a socialização do conhecimento sistematizado. A cultura escolar é a cultura científica em uma vertente de orientação CTSA como argumenta Cachapuz (2016a, 2016b). Para ele a cultura científica é uma qualidade a ser desenvolvida nos sujeitos, que embora não negue o conhecimento sistematizado, inclui outras dimensões que se originam das relações sociais, orientam as pessoas em suas ações diárias e englobam princípios éticos, bem como aspectos políticos e econômicos que estão no seio das decisões que afetam a vida dos cidadãos.

A promoção da cultura científica é um empreendimento coletivo que exige confiança e para isso é necessário que o discurso político seja transparente. Uma vez que a experiência nos mostrar que não podemos esperar que essa transparência seja iniciada pelo poder político "é um ato de cidadania ajudar a desocultá-la" (p.11).

> [...] precisamos problematizar o conhecimento que construímos em nossas escolas, os valores que transmitimos, pensar sobre formas de questionar os processos de reprodução social e cultural, de desvelar as relações de subordinação e controle as quais somos submetidos. Pensar em como podemos trabalhar para formar pessoas mais críticas, capazes de compreender melhor o mundo e capazes de atuar no sentido de favorecer relações sociais não excludentes. Penso que podemos principiar por ensinar aos nossos alunos e às nossas alunas que são múltiplas as formas de conhecer, múltiplas as culturas, múltiplas as possibilidades de entender o mundo. (Lopes, 1998, p. 45)

A cultura científica que se deseja desenvolver nos estudantes demanda modelos de ensino que sejam favoráveis ao processo criador. Nesse sentido, a investigação escolar pode se constituir

em um aliado para alcançar tal propósito. Entretanto, investigação escolar não é sinônimo de investigação científica. Nela os processos de produção de conhecimentos estão orientados pelos processos subjetivos que se originam no percurso, não são formatados em procedimentos rígidos que impõe à investigação escolar uma epistemologia científica marcada pelo positivismo lógico. Nesse sentido, concordamos com Leon Cañal (1999), que aponta as seguintes diferenças entre os dois tipos de investigação.

> a) a diferente finalidade de um e de outro tipo de atividade investigativa, b) a índole distinta dos problemas abordados, c) as diferenças nas características do marco teórico de uns e outros estudos, d) o nível de desenvolvimento intelectual distinto dos sujeitos, e) o nivel de exigência distinto a respeito dos requisitos que tem de cumprir as hipóteses, f) as relativas à natureza dos desenhos de diferenciação das mesmas, g) o domínio dos procedimentos metodológicos necessários em cada caso, h) o tipo de controle exercido sobre a validade dos resultados e conclusões em uma e outra modalidade de investigação, etc. (p. 22, tradução nossa)

Apesar de ser fundamental na construção do conhecimento científico e para a motivação dos estudantes, pouca ênfase é dada para a imaginação na aprendizagem das ciências. Nas aulas expositivas e nas aulas práticas tradicionais, o sujeito tem pouco espaço para imaginar e construir algo novo. Ele é mais um agente que assimila os conteúdos e os reproduz do que um sujeito que produz novos sentidos sobre eles. Isto acontece apenas quando envolvemos os estudantes em pesquisas que se originam de perguntas abertas, do interesse deles. A investigação de problemas do interesse dos estudantes distancia-se, assim, da padronização dos conteúdos e, dependendo da maneira como é conduzida, pode ser um espaço de valorização da singularidade dos sujeitos individuais. Também distancia-se do ensino de conteúdos exclusivamente acadêmicos (conceitos científicos) pois contribui para que os estudantes aprendam ciências, sobre como fazer ciência e sobre a natureza das ciências. A investigação científica escolar possibilita ainda ao estudante entender a ciência como construção de verdades provisórias e produzir uma cultura científica que o ajude a compreender relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA.

CONCLUSÕES

Argumentamos, no presente artigo, contra uma visão de aprendizagem enquanto reprodução padronizada de conhecimento científico acadêmico, que tem contribuído para o desinteresse dos estudantes pelos estudos científicos, dificultando atingir o objetivo de formar para a cidadania. Em relação à noção de reprodução, que ressalta o papel da memória, contrapomos a de produção, que destaca o papel da imaginação. Em relação à noção de padronização, dos conteúdos e das pessoas, defendemos a necessidade de valorizar a singularidade subjetiva individual e social do sujeito que aprende. Em relação à aprendizagem de conhecimento científico, exclusivamente acadêmico, enfatizamos a necessidade dos estudantes tornarem-se produtores de uma cultura científica escolar, que contribua para sua formação cidadã.

A concepção de aprendizagem em ciências enquanto produção subjetiva ajuda a compreender a motivação como um processo intrínseco à aprendizagem e não como algo que a estimula ou a influência desde o exterior. Assim, mesmo a implementação da investigação não vai garantir a motivação dos estudantes, pois a motivação depende dos sentidos subjetivos que os estudantes produzem na situação de aprendizagem. Mas esta prática pedagógica pode contribuir para a motivação dos estudantes, ao valorizar temas do interesse deles e abrir espaços de diálogo que valorizem os sujeitos que aprendem e suas histórias de vida.

A concepção de aprendizagem enquanto reprodução ou assimilação exclusivamente cognitiva de conteúdos, dificulta compreender como se forma o cidadão reflexivo, crítico e que precisa criar soluções novas para os problemas ambientais e socias. A concepção de aprendizagem em ciências como produção subjetiva é congruente com uma perspectiva de formar os estudantes para uma cidadania participativa e responsável, pois concebe as aprendizagens de tipo compreensiva e criativa, que dependem da produção simbólico e emocional dos sujeitos para a personalização e problematização da informação, bem como para a criação de novas ideias.

Esperamos ter oferecido subsídios ao leitor para avaliar a relevância educacional da concepção de aprendizagem em ciências como produção subjetiva de cultura científica escolar. Pretendemos continuar desenvolvendo esta concepção e suas implicações educacionais em um

próximo artigo, sobre a investigação científica como modelo de ensino e de aprendizagem em ciências.

REFERÊNCIAS

Bonfim, V., Solino, A. P., & Gehlen, S. T. (2019). Vygotsky na pesquisa em educação em Ciências no Brasil: um panorama histórico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 18*(1), 224-250.

Cachapuz, A. F. (2000). A procura da excelência na aprendizagem. *Série-Estudos, 10,* 9-26.

Cachapuz, A. F. (2016). Cultura científica e defesa da cidadania. *Campo Abierto, 35*(1), 3-12.

Cachapuz, A. F., Praia J., & Jorge, M. (2004). Da Educação em Ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação, (3)10, 363-381*.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E.F., & Scott, P. (1999) Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola, 9*, 31-40.

Gehlen, S.T.; Schroeder, E., & Delizoicov, D. (2007). A Abordagem histórico-cultural no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In E. Mortimer (Coord.), *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências* (pp.1-12) Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

González Rey, F. & Mitjáns Martínez, A. (2017). *Subjetividade: teoria, epistemologia e método*. Campinas: Alínea.

González Rey, F. (2002). La subjetividad: su significación para la Ciencia Psicológica. In O. Furtado & F. González Rey (Orgs.), *Por uma epistemologia da subjetividade: um debate entre a teoria sócio histórica e a teoria das representações sociais.* (pp. 19-42), São Paulo: Casa do Psicólogo.

González Rey, F. (2007) As categorias de sentido, sentido pessoal e sentido subjetivo: sua evolução e diferenciação na teoria histórico-cultural. *Psicologia da Educação, 24,* 155-179.

González Rey, F. (2008). O sujeito que aprende: desafios do desenvolvimento da aprendizagem na psicologia e na prática pedagógica. In M. C. V. R, Tacca (Org.), *Aprendizagem e trabalho pedagógico* (pp. 29-44), Campinas: Alínea.

González Rey, F. (2009b). Questões teóricas e metodológicas nas pesquisas sobre a aprendizagem. In: A. Mitjáns Martínes & M. C. V. R, Tacca (Org.), *A complexidade da aprendizagem: destaque ao ensino superior* (pp. 119-147), Campinas: Alínea.

González Rey, F. (2014). A imaginação como produção subjetiva: as ideias e os modelos de produção intelectual. In: A. Mitjáns Martínes & P. Álvarez (Orgs.), *O sujeito que aprende: diálogo entre a psicanálise e o enfoque histórico-cultural* (pp. 35-61), Brasília: Liber Livro.

González Rey, F. L. (2009a). La significación de Vygotski para la consideración de lo afectivo en la educación: las bases para la cuestión de la subjetividad. *Actualidades Investigativas en Educación*, 9, 1-24. doi:10.15517/aie.v9i4.9519

León Cañal, P. (1999). Investigación escolar y estratégias de enseñanza por investigación. *Investigación en la Escuela, 38,* 15-36.

Lopes, A. C. (1998). Currículo, conhecimento e cultura. In A. Chassot & R. J. Oliveira (Orgs.), *Ciência, ética e cultura na educação* (pp. 31-47). São Leopoldo: Ed Unisinos.

Mitjáns Martínez, A., & González Rey, F. (2017). *Psicologia, educação e aprendizagem escolar: avançando na contribuição da leitura cultural-histórica.* São Paulo: Cortez.

Tacca, M. C. V. R. & González Rey, F. L. (2008). Produção de sentido subjetivo: as singularidades dos alunos no processo de aprender. *Psicologia, Ciência e Profissão, 20*(1), 138-161.

A ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS POSSIBILIDADES PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Neusa Maria John Scheid[1], Ana Maria Sipp Machado[1], Eva Rita Machado Ferreira Crestani[2], Renati Fronza Chitolina[3]

[1]Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI, Santo Ângelo (BRASIL)
[2]Sociedade Educacional Três de Maio, SETREM, Três de Maio (BRASIL)
[3]Sociedade Educacional Três de Maio/Universidade La Salle, Canoas (BRASIL)
scheid.neusa@gmail.com

Resumo

A educação científica visa à contribuição para formação de uma cidadania crítica e responsável, necessita, no atual contexto educacional, reforçar conexões e sinergias entre ciência, criatividade, empreendedorismo e inovação. A premissa é de que o ensino escolar deve proporcionar ao estudante oportunidades para aprender sobre ciência através de outras disciplinas e aprender sobre outras disciplinas através da ciência (Science Education for responsible citizenship, 2015). No artigo apresenta-se um projeto oriundo de uma proposta interdisciplinar para o estudo de temas da disciplina de Ciências, ligados ao conteúdo de fisiologia humana, desenvolvidos no Ensino Fundamental, em uma escola brasileira de Educação Básica. O estudo envolveu uma turma de estudantes do 9ºano do Ensino Fundamental e as professoras de Ciências e Novas Tecnologias durante o ano letivo de 2018, utilizando os recursos da Robótica Educacional. O objetivo foi investigar se há possibilidades de o desenvolvimento e a programação de robôs proporcionarem aos estudantes o entendimento sobre o funcionamento dos sistemas do corpo humano. Dentre os sistemas estudados, destaca-se, no presente artigo, a simulação das sinapses neuronais representado por meio da tecnologia do robô EV3 do kit Lego® MindStorms™. O trabalho foi desenvolvido por uma equipe de estudantes que além do robô, criou um *site*, atualizado semanalmente, durante a produção do trabalho, sob a orientação das professoras. A divulgação do trabalho final foi realizada por meio de um vídeo criado pelos estudantes e postado em redes sociais. A abordagem do estudo se deu a partir de uma pesquisa do tipo quantitativa na tabulação dos dados produzidos através de uma pesquisa de campo aplicada em formato de questionário *online*, elaborada pelos estudantes com a finalidade de verificar o conhecimento dos professores e alunos das turmas de 4º a 9ºano da instituição sobre o assunto sinapses do cérebro. Também foi utilizado o procedimento bibliográfico com o objetivo de reunir informações para a construção da investigação e definição dos termos da pesquisa. Foi aplicada ainda a técnica de teste na testagem do robô criado e programado pelos estudantes para a simulação das sinapses neurais. Os resultados indicam que o desafio de um trabalho interdisciplinar colaborativo desenvolve habilidades e competências necessárias ao exercício cidadão, tais como liderança, criatividade, trabalho colaborativo, pesquisa em fontes confiáveis, a experimentação com controle de variáveis, o domínio do conhecimento científico, o empoderamento pelo conhecimento que precisa ser publicado possibilitando o acesso gratuito aos seus resultados, a sua disponibilização para poder ser utilizado por outros professores e estudantes no estudo de Ciências. A conclusão é de que, embora a Robótica Educacional ainda seja pouco utilizada no contexto da escola básica brasileira, como indicam as pesquisas (Zaqueu; Ramos; Netto, 2013; Oliveira; Lins 2013), seus recursos apresentam significativas possibilidades para que se atinjam os objetivos de uma educação científica adequada aos desafios atuais. A Robótica Educacional mostrou-se uma possibilidade de integração de diferentes saberes. Tornando a sala de aula um espaço de contextualização destes saberes com a realidade dos alunos, criando um ambiente de aprendizagem desafiador, estimulante e prazeroso.

Palavras-chave: Projeto Interdisciplinar; Sinapses Neuronais; Lego® MindStorms na educação.

INTRODUÇÃO

O assunto abordado no presente estudo foram as sinapses do cérebro humano, que são ondas nervosas transmitidas de um neurônio para o outro e que ocorrem a cada ação ou pensamento realizado, tanto físico, quanto mental. Foi realizado durante o ano letivo de 2018, por estudantes

do 9°ano. Seu principal objetivo foi o desenvolvimento de um protótipo Lego® Mindstorms EV3 representando as sinapses do cérebro humano, para entender como ocorre o funcionamento das mesmas.

As sinapses do sistema nervoso são ondas nervosas transmitidas de um neurônio para o outro. Elas têm grande importância no funcionamento do corpo humano, pois são zonas ativas de contato entre uma terminação nervosa e outros neurônios, células musculares ou células glandulares. Do ponto de vista anatômico e funcional, uma sinapse é composta por três grandes compartimentos: membrana da célula pré-sináptica, fenda sináptica e membrana pós-sináptica.

A finalidade do protótipo montado, pelo grupo, com peças Lego® foi entender melhor como funcionam as sinapses do cérebro humano, como cada área do mesmo trabalha em conjunto com os cinco sentidos do corpo humano e verificar as correntes elétricas produzidas pelas sinapses.

A robótica educacional é uma ferramenta que possibilita desenvolver o aprendizado em diferentes áreas do ensino, podendo ser aplicada a conteúdos e conceitos em diferentes componentes curriculares. Assim, possibilita o desenvolvimento de diferentes habilidades e competências no aluno, além de trabalho em equipe, desenvolvimento da criatividade e, principalmente, do raciocínio lógico. Embora a robótica seja trabalhada, nomeadamente em componentes curriculares como a Matemática e a Física, essa ferramenta possibilita a criação de diferentes protótipos permitindo envolver todas as áreas do conhecimento, bem como a realização de projetos interdisciplinares, onde um único robô pode ser aproveitado em mais de uma disciplina na explicação de um conteúdo.

As ferramentas utilizadas pelos estudantes no desenvolvimento do projeto foram: i) a plataforma Wix, de criação de um *site,* para documentação das atividades realizadas no período letivo de 2018, nos conteúdos estudados nas disciplinas de Química, Metodologia da Pesquisa e Robótica Educacional; ii), o site *Emaze*, na criação da apresentação do trabalho; e iii) a rede social Facebook que proporcionou a divulgação do vídeo sobre o funcionamento do robô.

METODOLOGIA

De acordo com Lovato (2013, p. 23) a metodologia é definida como o “estudo dos métodos pela qual irão caracterizar e identificar todas as etapas desenvolvidas no decorrer do desenvolvimento e coleta de informações visando atender aos objetivos propostos no trabalho”. Nessa direção, para o autor, pensa-se em duas dimensões para definir os métodos de abordagem, “a primeira diz respeito ao tipo de raciocínio que é utilizado para se inferir a conclusão e a segunda é relacionada com a utilização, ou não, de números e estatística” (p. 29).

No presente estudo, a abordagem quantitativa foi aplicada através da pesquisa de campo realizada e a tabulação de seus dados, assim como, a criação de gráficos, entre os componentes dos grupos, com as professoras orientadoras e com colegas de sala de aula.

Já a pesquisa bibliográfica foi realizada através da busca de definições de termos sobre ferramentas e *softwares* utilizadas na realização do trabalho.

Para a pesquisa de campo, organizada por uma série de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do pesquisador (Lakatos; Marconi, 1986, p.107), foi utilizada a plataforma Google Forms, com a finalidade de verificar o nível de conhecimento dos professores e estudantes de 4º a 9ºanos da instituição sobre o assunto do trabalho. Consistiu, portanto, em uma pesquisa que se deteve em números e estatísticas apresentadas pelos questionados, realizada para complementar os resultados da pesquisa.

Para finalizar, a técnica de testes foi aplicada através dos testes realizados com o robô após a aplicação de uma programação para realizar a simulação das sinapses do cérebro humano.

Robótica educacional

De acordo com Castilho (2002, p.4), “a robótica educacional está voltada para desenvolver projetos de pesquisa educacionais envolvendo a atividade de construção e manipulação de robôs.” É uma prática envolvendo *hardware* e *software*, onde a lógica é inerente na montagem e

programação de robôs, envolvendo normalmente problemas do mundo real que estimulam o aprendizado de conceitos intuitivos (Morelato *et. al.,* 2010).

Conforme Menezes; Santos, *et al*. (2005, *apud* Chitolina; Scheid, 2015), a programação dos robôs é pensada e desenvolvida através de um *software* de linguagem. Logo[8], que tem como uma das suas principais características a facilidade de assimilação por sua simplicidade de manuseio. Com comandos de terminologia fácil, o Logo permite uma rápida compreensão tanto pelos professores, quanto por seus alunos. Seu vocabulário se assemelha à linguagem utilizada cotidianamente para o deslocamento de uma pessoa no espaço. "Possui ainda, a possibilidade de definir novos procedimentos, ou seja, permite ao aluno criar um vocabulário próprio de comunicação com o computador, a partir da definição de novos comandos." (Menezes; Santos, 2005).

A lógica é uma ciência exata que expõe as leis, os modos e formas do conhecimento científico. Uma ciência formal desprovida de conteúdo, que se dedica ao estudo das formas corretas de inferência.

Segundo Haas (2013), em 1998, a Lego® inaugurou a linha de brinquedos inteligentes com o modelo Lego® Mindstorms™. Os kits continham peças tradicionais de blocos de construção da marca adaptadas para o encaixe de engrenagens, sensores e motores que podiam ser controlados por um processador programável, transformando o brinquedo em uma espécie de robô.

> *"Inspirar e desenvolver os construtores de amanhã".* O nosso principal objetivo é desenvolver e inspirar as crianças a pensar de maneira criativa, raciocinar sistematicamente e liberar o seu potencial para moldar o seu próprio futuro - experimentando a infinita possibilidade humana. (Lego, 2012).

Ainda, para Hass (2013), os brinquedos inteligentes se adaptam bem à geração atual de crianças e adolescentes, que já crescem em um ambiente altamente tecnológico e de acesso fácil aos meios digitais. "Os robôs da Lego® e os cubos da Modular Robotics são não apenas didáticos e funcionais no ensino tecnológico, mas também atraentes para as mentes dos pequenos jovens de hoje em dia." (Haas, 2013).

De acordo com Lego Zoom (2012, *apud* Chitolina e Scheid, 2015), a robótica educacional com os kits Lego® surgiu em meados de 1980, quando a empresa de brinquedos Lego® firmou uma parceria com o MIT (Massachusetts Institute of Technology), dos Estados Unidos, possibilitando o investimento de tecnologia em seus produtos e criando, assim, a Lego® Education. Um dos primeiros resultados desta parceria foi o lançamento de um programa de computador que controla os robôs construídos com as peças Lego®. Mas, é em 2006, que a Lego® lança o Mindstorms NXT, uma versão mais moderna do brinquedo que permite ao robô ver, ouvir, falar, dançar e até sentir.

Para Chitolina e Scheid (2015) identificar e compreender um conceito, levantar hipóteses e confrontá-las com as dos colegas, respeitando e valorizando as ideias e individualidades, são condições importantes na busca das competências e na formação e construção do cidadão.

RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados obtidos com o desenvolvimento do presente estudo, organizados em três categorias: 3.1) Robótica educacional, com a descrição da montagem e da programação do robô; 3.2) A pesquisa de campo que foi realizada, com o formulário utilizado e os gráficos gerados a partir da recolha de dados; 3.3) Divulgação, na qual são descritos os modos de publicação dos resultados obtidos, por meio da produção de um vídeo, criação de um blog e utilização da rede social Facebook.

[8] O Logo é um *software* de programação que foi desenvolvido por Seymour Papert. Essa linguagem Logo é conhecida também como POO (Programação Orientada a Objeto) onde, o aluno pode criar uma programação para um robô através de ícones.

Robótica Educacional

Montagem

O processo de montagem do robô ocorreu com uso de peças do projeto Lego® Mindstorms®. O processo de montagem foi realizado nas aulas de Novas Tecnologias, orientado por uma das autoras e realizado por quatro alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Abaixo, uma ilustração da montagem.

A Figura 1 apresenta o robô simulador das sinapses utilizado para realizar a simulação das sensações e as reações das sinapses.

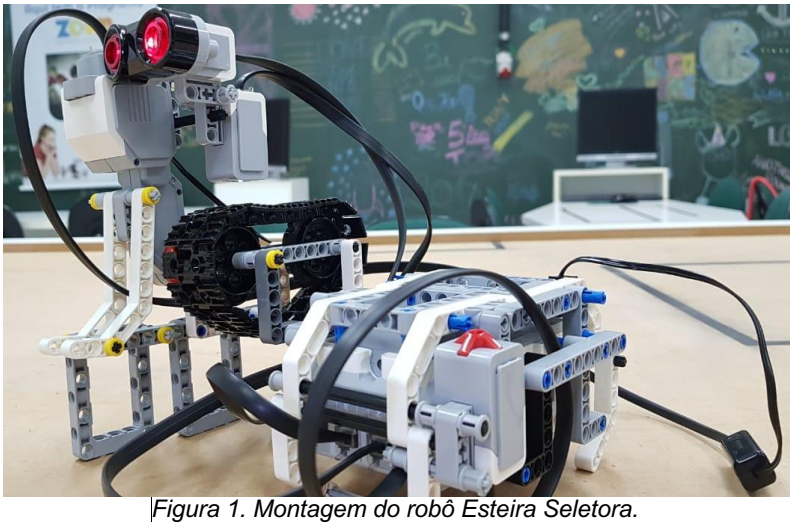


Figura 1. Montagem do robô Esteira Seletora.

Programação

A programação foi realizada no último dia da montagem, usando o *software* da Lego® Mindstorms®. Todo processo de programação foi realizado pelo grupo. A Figura 2 apresenta a imagem da programação realizada com a finalidade de simular as sinapses do cérebro.

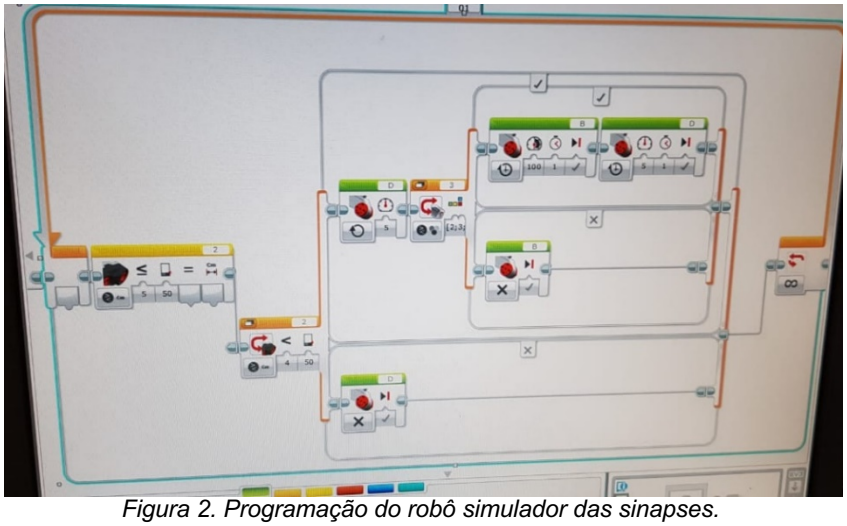


Figura 2. Programação do robô simulador das sinapses.

A programação tem a seguinte função: um sensor ultrassônico detecta se tiver algo a uma distância igual ou menor que 5 centímetros. Caso a função seja verdadeira, ele vai ligar uma luz LED por um segundo e manter o motor ligado, igualmente por um segundo (a LED simula uma sinapse entre um dendrito e um axônio). Caso a função seja falsa, ele mantém o motor desligado através da comutação, como mostrado na Figura 2. Todo esse processo foi feito dentro de um ciclo, que fica reiniciando o código cada vez que for executado.

Pesquisa De Campo

Formulário

Um dos objetivos do trabalho foi aplicar uma pesquisa de campo com a finalidade de verificar o que os professores e estudantes de 4º a 9ºano da instituição tinham de conhecimento sobre o assunto sinapses do cérebro, foi desenvolvido um formulário com as perguntas que estão à disposição logo a seguir, no qual os entrevistados assinalaram apenas a resposta que lhes convinha. O formulário criado pelo grupo, que pode ser vista na Figura 3, foi no modo digital, utilizando a plataforma Google Forms.

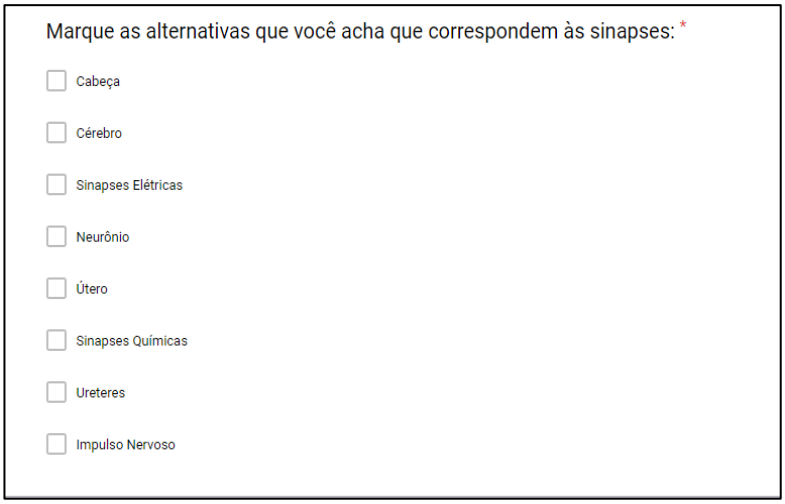


Figura 3. Formulário da pesquisa de campo. Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Resultados da pesquisa de campo

A seguir estão apresentados os resultados da pesquisa de campo, aplicada no Google Forms, envolvendo 30 indivíduos de variadas faixas etárias, que responderam ao questionário. Os resultados foram bem variados.

Quanto ao gênero, o público que mais participou foi o feminino, com 63,3%, seguido pelo masculino, com 30%. Ressalta-se que houve pessoas que preferiram não opinar. Em relação a faixa etária dos inquiridos, 63,3% das pessoas que responderam são pré-adolescentes de 11 a 13 anos, seguida por adolescentes que totalizou 30%, entre 14 e 17 anos.

O resultado sobre a questão que indagava se os entrevistados possuíam algum tipo de conhecimento sobre as sinapses do cérebro é de que a metade dos entrevistados (50%) respondeu que possuem algum conhecimento sobre o assunto. Da outra metade, 36,7% responderam que tem pouco conhecimento sobre o assunto da pesquisa, enquanto 13,3% responderam que sabem pouco ou nunca ouviram falar sobre sinapses do cérebro.

A partir dos dados recolhidos pode-se verificar que alguns dos entrevistados não possuíam conhecimento sobre o assunto da pesquisa, isto se dá em função de este assunto ainda não ter sido apresentado a alguns dos entrevistados, desta forma pode-se enfatizar a importância da escola na construção do conhecimento do indivíduo. Em contraponto os entrevistados que responderam ter um conhecimento sobre o assunto da pesquisa, representam os estudantes e professores que já tiveram em algum momento de sua fomação contato com o assunto sinapses do cérebro.

Divulgação

Vídeo

A divulgação foi feita com um vídeo por meio das redes sociais. O vídeo foi assistido por várias pessoas, incluindo professores, amigos, familiares e comunidade em geral. A divulgação totalizou 348 visualizações em dois dias, esta divulgação foi realizada pelos componentes do grupo, professoras orientadoras do trabalho e compartilhada posteriormete por colegas e

familiares dos componentes do grupo, assim foi possível alcansar um público mais amplo para a visualização do vídeo criado pelo grupo. A Figura 4 apresenta a imagem do vídeo publicado no Facebook com a finalidade de divulgar o vídeo do projeto desenvolvido.

Destaca-se a importância do uso da rede social Facebook para a divulgação do trabalho, levando em consideração que hoje ainda no Brasil está é a segunda rede social mais usada para diseminação de conteúdo, conforme Ribeiro, (2019)

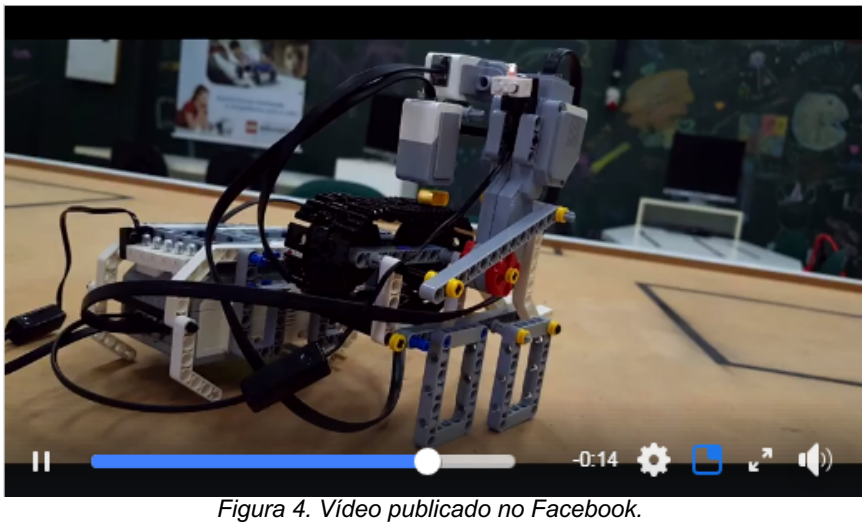


Figura 4. Vídeo publicado no Facebook.

Blog

O *blog* foi criado com o intuito de apresentar o desenvolvimento do projeto nas aulas, todas as aulas efetuadas foram registradas no *Blog*. Para a criação do *blog* foi usada a linguagem de programação HTML e PHP, o *site* foi hospedado em um servidor americano chamado HostGator.

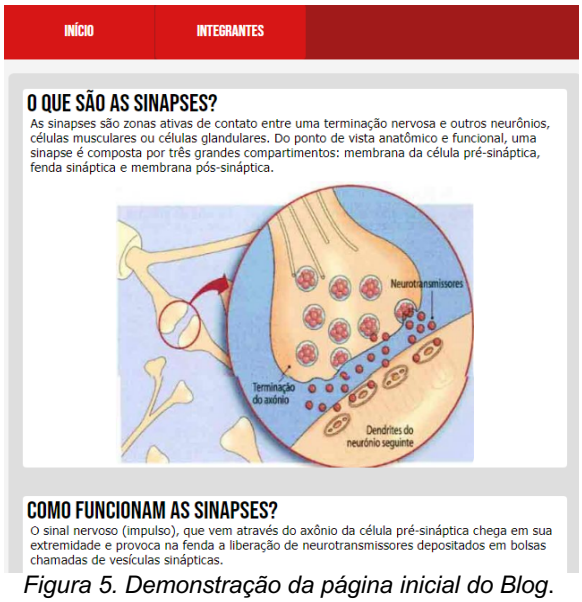


Figura 5. Demonstração da página inicial do Blog.

A Figura 5 apresenta a imagem da página inicial do site criado para o registro das atividades desenvolvidas pelos estudantes.

Publicação no Facebook

Para divulgar o trabalho, foi efetuada uma publicação em uma rede social chamada Facebook. Nesse ambiente virtual, várias pessoas curtiram e observaram o funcionamento do *robô* EV3 criado com peças da linha Lego® Mindstorms®. A Figura 6 mostra como foi efetuada a publicação no Facebook.

Figura 6. Publicação no Facebook.

CONCLUSÕES

Ao finalizar o estudo, o participantes da pesquisa registram que o cérebro, formado por bilhões de células que criam ondas eletromagnéticas e impulsos elétricos para o corpo reagir a qualquer situação, denominadas sinapses, ocorrem numa região entre os neurônios, que repassam informação para outros deles ou para um músculo por meio de uma transmissão sináptica, que reage a um estímulo.

Através do estudo as pesquisadoras puderam perceber a importância da escola na formação do conhecimento dos estudantes, bem como relevância do uso consciente da tecnologia como ferramenta de ensino, nesta prática utilizado pelo grupo de estudantes em dois formatos, no uso da rede social Facebook para a divulgação do vídeo mostrando o funcionamento do robô Lego® representado uma simulação das sinapses do cérebro e no formato de *blog* para o registro das atividades desenvolvidas pelos grupo ao longo do ano letivo no desenvolvimento do projeto interdisciplinar.

Com a realização do projeto os estudantes puderam perceber as sinapses são extremamente necessárias para o corpo, já que com elas são realizadas tarefas por meio dos neurônios, que repassam a informação, sensação, sentimentos, pensamentos, respostas motoras e emocionais e a aprendizagem pelos impulsos elétricos e ondas eletromagnéticas.

Mesmo o grupo tendo pouco conhecimento sobre o assunto no início do estudo, com o desenvolvimento do mesmo no decorrer do ano letivo, houve um aprimoramento dos conhecimentos, sendo possível alcançar os objetivos propostos.

Os resultados do projeto indicam que o desafio de um trabalho interdisciplinar desenvolve habilidades e competências necessárias ao exercício cidadão, tais como a liderança, a criatividade, o trabalho colaborativo, a pesquisa em fontes confiáveis, a experimentação com controle de variáveis, o domínio do conhecimento científico, o empoderamento pelo conhecimento que precisa ser publicado possibilitando o acesso gratuito aos seus resultados, a sua disponibilização para poder ser utilizado por outros professores e estudantes no estudo de Ciências. A conclusão é de que, embora a Robótica Educacional ainda seja pouco utilizada no contexto da escola básica brasileira, como indicam as pesquisas (Zaqueu; Ramos; Netto, 2013; Oliveira; Lins 2013), seus recursos apresentam significativas possibilidades para que se atinjam os objetivos de uma educação científica adequada aos desafios atuais. Além disso, a Robótica Educacional mostrou-se como uma possibilidade de integração de diferentes saberes, promovendo a Interdisciplinaridade, tornando a sala de aula um espaço de contextualização destes saberes com a realidade dos alunos, criando um ambiente de aprendizagem desafiador, estimulante e prazeroso.

REFERÊNCIAS

Andrade, M. M. (1995). *Introdução à metodologia do trabalho científico***.** São Paulo: Atlas.

Castilho. M. I. (2002). Robótica na educação: com que objetivos? Retrieved from http://www.pucrs.br/eventos/desafio/mariaines.php

Chitolina, R. F., & Scheid, N. M. J. (2015). A robótica educacional e as tecnologias da informação e comunicação na construção de conhecimentos substantivos em ciências naturais. *Ciência e Natura, 37*(2).

Güllich, R. I. C., Lovato, A., & Evangelista, M. L. (2007). *Metodologia da Pesquisa – Pesquisa qualitativa.* Três de Maio: SETREM.

Hass, G. (2013). *Robôs modulares.* Retrieved from http://www.tecmundo.com.br/lego/38764-robos-modulares-veja-detalhes-do-novo-lego-mindstorms-ev3.htm

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (1986). *Metodologia de Trabalho Científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.* São Paulo: Atlas.

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2012). *Técnicas de pesquisa.* São Paulo: Atlas.

Lego. (2012). *Robótica Educacional Lego.* Retrieved from http://www.lego.com/pt-br/aboutus/legogroup/mission-and-vision/

Morelato, L. A., Nasciemnto, A. O., Abreu, J. V. V., & Borges, M. A. F. (2010). Avaliando diferentes possibilidades de uso da Robótica na Educação. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática, 1*(2).

Oliveira, E. S., & Lins, A. F. (2013). *Um breve prognóstico do uso da robótica educativa na prática educacional de professores discentes do mestrado MECM-UEPB.* In *Actas del VII CIBEM* Montevideo: Sociedad de Educación Matemática Uruguaya.

Ribeiro, C. (2019). *Conheça as redes sociais mais usadas no Brasil e no mundo em 2018*. Retrieved from https://www.techtudo.com.br/noticias/2019/02/conheca-as-redes-sociais-mais-usadas-no-brasil-e-no-mundo-em-2018.ghtml

Santos, C. F., & Menezes, C. S. (2005). A aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em ambiente de Robótica Educacional. In L. C. Soprani, V. N. Leal, S. R. F. Enumo, C.S. Menezes, S. Soprani, & P. Leal (Eds.), *Anais do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação e XIII Workshop sobre Informática na Escola* (pp. 2746- 2753). São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Science Education for responsible citizenship (2015). *Directorate-General for Research and Innovation Science with and for Society.* Luxembourg: European Union.

Silva, E. L., & Menezes, E. M. (2001). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.* Florianópolis: UFSC.

Zaqueu, A. C. M., Ramos, D. C., & Netto, A. V. (2013). *Curumim: A Robótica Educacional como Proposta Metodológica para o Ensino*. Rio Claro: Unesp.

ABORDAGEM CTSA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DISCUTIDAS EM TRABALHOS CIENTÍFICOS

Marcia Regina Balbino[1], Patrícia de Moura[1], Taitiâny Kárita Bonzanini[2]

[1]Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em rede nacional para o Ensino de Ciências Ambientais (BRASIL)
2Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada (BRASIL)
marcia.salla@usp.br

Resumo

Os objetivos do ensino de Ciências vêm se modificando com o passar do tempo, sendo que, atualmente, conforme descrito na BNCC brasileira (Base Nacional Comum Curricular), estão centrados na alfabetização científica, que visa o desenvolvimento da capacidade de compreensão e interpretação do mundo (tecnológico, social e natural) afim de que se possa atuar sobre ele de forma consciente e cidadã, pautando escolhas e ações nos princípios de sustentabilidade e bem comum (Brasil, 2019). Para se alcançar tais objetivos há de se repensar o ensino de ciências numa perspectiva diferenciada da atual, abandonando posturas arcaicas como a mera repetição de conceitos, baseada em aulas simplesmente expositivas, em busca de uma abordagem que permita a reflexão do uso social que se faz do conhecimento, e a utilização deste para transformar a própria realidade, nela intervindo de forma crítica, consciente e sustentável. Nesse sentido, a perspectiva CTSA - Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente – apresenta-se como uma alternativa para desenvolver a alfabetização científica e a compreensão entre as relações da Ciência e Tecnologia e as implicações e consequências de seu desenvolvimento para a sociedade e para o ambiente. Outro aspecto relevante no que se refere a abordagem CTSA, é que a partir de problemas vivenciados pela sociedade, busca-se por soluções, proporcionando o estudo de conceitos científicos e tecnológicos em busca de uma solução para o problema apresentado. Dessa forma, buscou-se responder a seguinte questão: como trabalhos científicos focalizam a abordagem CTSA no ensino de ciências? Assim, realizou-se um estudo teórico, a partir da análise de trabalhos, com o objetivo de discutir tal abordagem a partir de investigações já realizadas. Para tanto, desenvolveu-se uma revisão sistemática da literatura, nas revistas brasileiras: Ciência e Educação, Educação & Sociedade, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Revista Vivências em Ensino de Ciências, publicadas nos últimos cinco anos. Focalizou-se como os trabalhos abordavam a aplicação do enfoque CTSA na educação a fim de apresentar propostas para o ensino de ciências na perspectiva que permita o tratamento de conteúdos para além da dimensão conceitual. Considera-se que as atividades propostas nos trabalhos estudados possam contribuir para um ensino interdisciplinar, contextualizado e significativo. Tal abordagem pode favorecer que o ensino de ciências não apenas valorize aspectos científicos como também questões de relevância social como, por exemplo, produção de alimentos e pessoas desnutridas, ainda proporcionar discussões sobre aspectos ambientais e a produção de bens tecnológicos. Os principais dados evidenciaram que tal perspectiva pode favorecer a contextualização de assuntos da área do ensino de ciências e um estudo abrangente que considere várias relações que o conhecimento estabelece e a partir das quais é produzido.

Palavras-chave: CTSA (Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente); Ensino de Ciências; Alfabetização Científica.

INTRODUÇÃO

Os objetivos do ensino de Ciências conforme descrito na BNCC brasileira (Base Nacional Comum Curricular), estão centrados na alfabetização científica, que visa o desenvolvimento da capacidade de compreensão e interpretação do mundo (tecnológico, social e natural) afim de que se possa atuar sobre ele de forma consciente e cidadã, pautando escolhas e ações nos princípios de sustentabilidade e bem comum (Brasil, 2019).

Para se alcançar tais objetivos há de se repensar o ensino de ciências numa perspectiva diferenciada da atual, em busca de uma abordagem que permita a reflexão do uso social que se

faz do conhecimento, e a utilização deste para transformar a própria realidade, nela intervindo de forma crítica, consciente e sustentável.

Nesse sentido, a perspectiva CTSA - Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente – apresenta-se como uma alternativa para desenvolver a alfabetização científica e a compreensão entre as relações da Ciência e Tecnologia e as implicações e consequências de seu desenvolvimento para a sociedade e para o ambiente.

Tal perspectiva surge em meados de 1950 como uma vertente da política de educação científica e tecnológica, nos países capitalistas centrais a partir de questionamentos da sociedade sobre a falta de espaço para participação de decisões e julgamentos quanto a crescente utilização, influência e impactos socioambientais da ciência e da tecnologia. (Souza Cruz, 2001, 11-12).

Segundo Auler e Bazzo (2001, p. 1) “o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social”, ou seja, diante dos resultados e vinculação desse desenvolvimento com a guerra do Vietnã, bombas atômicas e degradação ambiental, a sociedade passou a olhar de forma mais crítica para a ciência e tecnologia.

No campo educacional, a perspectiva CTSA se expressa em objetivos encontrados em diversos estudos (Aikenhead, 1987; Yager & Tamir, 1993; Waks, 1994; Acevedo Díaz, 1995; Caamaño, 1995) entre eles o de promover interesse sobre as relações da ciência com as aplicações tecnológicas e fenômenos cotidianos; estudar fatos e aplicações científicas de maior relevância social, e/ou as implicações sociais e éticas no uso da Ciência e da Tecnologia; compreender a natureza da ciência e do trabalho científico; formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões e desenvolver ações responsáveis; construir o pensamento crítico e independência intelectual.

A tais objetivos, soma-se os apresentados por Auler e Bazzo (2001) para um ensino em uma perspectiva CTSA, sendo estes, a busca de superação da percepção ingênua de suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas; a superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à ciência e tecnologia e do determinismo tecnológico; e a superação da falta de conhecimento crítico para selecionar e se posicionar frente ao que veiculam os meios de comunicação, especialmente sobre as interações CTSA.

Neste aspecto, segundo Santos e Mortimer (2000), o ensino de ciências em uma abordagem CTSA se relaciona aos processos de Alfabetização Científica, visto que como afirma Chassot, (2003), esta vem contribuir tanto para a “compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento” (Chassot, 2003, p. 99). Complementando, Sasseron e Carvalho (2011) afirmam que, a Alfabetização Científica tem como objetivo “vislumbrar as ciências sem esquecer das relações existentes entre seus conhecimentos, os adventos tecnológicos e seus efeitos para a sociedade e o meio-ambiente” (Sasseron & Carvalho, 2011, p. 66).

Ainda segundo Chassot (2000, p. 36) a Alfabetização Científica corresponde a “um conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazerem uma leitura do mundo onde vivem”, entendendo as necessidades de transformá-lo para melhor, vem contribuir para uma aprendizagem que provoque a criticidade dos sujeitos, o que vem de encontro a um ensino embasado na perspectiva CTSA. Porém, para se atingir tais objetivos no ensino de ciências, deve-se refletir, entre outros na formação docente.

Assim, diante da importância de um olhar reflexivo para tais aspectos o referido estudo apresenta uma investigação sobre como os trabalhos científicos focalizam a abordagem CTSA no ensino de ciências, a fim de se discutir tal abordagem a partir de investigações já realizadas.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Realizou-se um estudo teórico, a partir da análise de trabalhos, para tanto, desenvolveu-se uma revisão sistemática da literatura, nas revistas brasileiras: Ciência e Educação, Educação & Sociedade, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Revista Vivências em Ensino de Ciências, publicadas nos últimos cinco anos.

Focalizou-se como os trabalhos abordavam a aplicação do enfoque CTSA na educação a fim de apresentar propostas para o ensino de ciências na perspectiva que permita o tratamento de conteúdos para além da dimensão conceitual. Foram encontrados 12 trabalhos científicos.

Tabela 1 – Revistas pesquisadas

Revista Ciência e Educação	Revista Educação & Sociedade	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Revista Vivências em Ensino de Ciências
2	0	10	0

Dentre os estudos 4 trazem a perspectiva CTSA na formação docente, 3 atrelada a metodologia ou estratégia didática, 4 na produção científica e 1 na produção de material didático.

Os principais dados evidenciaram que tal perspectiva pode favorecer a contextualização de assuntos da área do ensino de ciências e um estudo abrangente que considere várias relações que o conhecimento estabelece e a partir das quais é produzido. Tais aspectos serão brevemente abordados a seguir.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS

Os trabalhos científicos investigados apresentam diversas contribuições da abordagem CTSA no ensino de Ciências, entre elas destaca-se a possibilidade de um ensino contextualizado, envolvendo aspectos históricos, políticos, éticos, socioeconômicos, oferecendo a oportunidade de se desenvolver valores humanos e uma maior consciência social como afirma Santos e Schnetzler (2010) citados por Ribeiro e Genovese (2015). Tal contextualização permite não apenas potencializar o trabalho com conteúdo de relevância, mas também refletir criticamente sobre estes e uma reflexão crítica sobre tais.

Segundo Ribeiro e Genovese (2015),

> Durante as atividades realizadas, alguns alunos sinalizaram a construção de compreensões um pouco mais amplas sobre as contextualizações proporcionadas pela abordagem CTSA. Foram percebidos, entre alguns avanços: a construção de atitudes e valores a respeito de questões sociais; a construção e apropriação de conceitos científicos e de percepções sobre a Natureza da Ciência; e o estabelecimento de relações entre as experiências escolares relacionadas às ciências e os problemas cotidianos. (…) Logo, durante as atividades de discussão e pesquisa em grupo, os alunos construíram, mobilizaram e articularam conteúdos científicos diversos, além dos previstos na matriz curricular (…) destaca-se aqui que o currículo numa abordagem CTSA jamais deve ser reduzido seu aspecto conteudista. Além do conteúdo conceitual, inegavelmente importante, também são objetivos curriculares destacados na educação CTSA: a construção e o cultivo de valores, atitudes, consciência e percepção crítica da realidade. A *integração* do núcleo *currículo* ao núcleo *situações problemáticas no âmbito CTSA*, permitiu, aos alunos, avaliarem a natureza dos impactos socioambientais das tecnologias estudadas. (Ribeiro & Genovese, 2015, p. 15)

Ainda segundo os autores, o ensino sob a perspectiva CTSA foi capaz de propiciar práticas pedagógicas que favoreceram a Alfabetização Científica. Tal fato é confirmado por Faria et al. (2015), que apresenta o desenvolvimento de práticas pedagógicas na perspectiva CTSA através do cinema, possibilitando o desenvolvimento de um trabalho capaz de estimular uma “reflexão crítica sobre o papel da ciência em suas vidas e na sociedade” alfabetizando cientificamente os alunos. (Faria et al., 2015, p. 656).

Porém, como afirmam Fernandez, Pires e Iglesias (2018),

> Os alunos tiram proveito da educação CTSA caso tenham um ensino com uma orientação clara, contextualizada e significativa, que lhes permita ter uma visão integradora da natureza da Ciência e da Tecnologia e das relações mútuas que estabelecem entre si e com a Sociedade e o Ambiente. Trata-se de uma perspetiva de ensino capaz de promover o pensamento crítico e a indagação e a argumentação científica, bem como a capacidade de raciocínio e de resolução de problemas, em suma, a literacia científica dos alunos. Trata-se de possibilitar aos alunos uma educação em ciências mais contextualizada e capaz de os dotar de competências para agir e interatuar com o meio que os rodeia, bem como para tomarem decisões informadas e conscientes necessárias à resolução de problemas do

> quotidiano, isto é, permite formar os alunos em futuros cidadãos capazes de tomares decisões informadas cientifica e tecnologicamente acerca de questões (pessoais, profissionais e sociais) que podem influenciar ou condicionar o seu modo de vida e que são necessárias para agir de forma democrática e responsável, e de compreender os desafios sociais da Ciência e das interações recíprocas que tem com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Assim, os autores investigam como os manuais escolares de Ciências Naturais do 6.º ano de escolaridade de Portugal tratam do enfoque CTSA, ou seja, a forma como: incorporam a perspetiva CTSA; exploram os conteúdos científicos, interligando a ciência com a tecnologia com a qual se relaciona, e com o impacto que estas têm na sociedade e no ambiente, realçando impactos
positivos, e negativos; apresentam sugestões de atividades para abordar os conteúdos com a perspetiva CTSA; estabelecem relação entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Tal estudo aponta que, a perspetiva CTSA é pouco explorada e apreciada nestes manuais; apresentam oportunidades reduzidas

> que permitam aos alunos darem-se conta de problemas com interesse e impacto social e de se envolverem e desenvolverem como cidadãos ativos na resolução de problemas tomando decisões conscientes e informadas sobres questões socio-ambientais. São reduzidos os textos que identificam formas de impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente e vice-versa, quer sejam positivos, quer sejam negativos, e que lhes reconheçam as vantagens e as limitações. De igual forma, são poucos os textos que ligam a ciência e a tecnologia a outros campos do saber e que relacionam aspetos económicos, políticos, religiosos e éticos da ciência e da tecnologia com questões pessoais, coletivas ou individuais. (…) Relativamente às atividades sugeridas são poucas as que propõem debates, pesquisas, discussão
> de temas controversos, situações de aplicação ao dia a dia e que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico onde se manifeste a interação CTSA. (Fernandes, Pires & Iglesias, 2018, p. 887-888)

Diante dos resultados apresentados, para a promoção da Alfabetização Científica, numa perspectiva CTSA, há de se olhar de forma crítica-reflexiva para a utilização e construção de materiais didáticos para o ensino de ciências.

Refletir sobre os materiais e estratégias didáticas se faz de extrema importância na formação docente, assim Binato et. al. (2017), apresentam uma investigação sobre as reflexões realizadas por licenciandos em discussões pautadas pela perspectiva CTSA sendo identificado alguns aspectos importantes, como,

> (…) limites e possibilidades da própria formação, por questões curriculares e pelo papel do professor na contextualização dos conteúdos e na formação crítica dos alunos (…) a preocupação, com questões sociais, ambientais, étnicas, culturais, políticas, históricas e econômicas que perpassam o ensino (…) a inserção da perspectiva CTS crítica na formação inicial de professores de Ciências favorece reflexões sobre as práticas docentes, na tentativa de promover diferença na vida dos alunos. Contudo, acreditamos que a simples inserção do Enfoque CTS em programas que considerem a formação de professores como uma prática reflexiva não basta. É importante repensar os currículos da formação inicial e continuada definindo de forma clara e explícita os objetivos, justificativas e consequências das ações e crenças do próprio programa e, ainda, de seus formadores.
> Em seguida, propor uma análise ampla das condições sociais e políticas que permeiem o ensino e da problematização das condições de trabalho e de formação contínua dos docentes.

Neste contexto, Pizarro, Barros e Lopes Junior (2016), apresentam em seu estudo a necessidade de repensar a formação docente, principalmente a formação continuada para docentes do ensino de Ciências nos anos iniciais. Eles acrescentam que,

> Temas como a própria alfabetização científica, relações Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), a argumentação no ensino de Ciências, discussões de questões sócio- científicas, entre outros, encontram terreno fértil nos anos iniciais, tanto para a formação de professores quanto para o aprendizado dos alunos. (…) é preciso ampliar, cada vez mais, a possibilidade de oferecer aos professores dos anos iniciais situações de formação continuada nesta perspectiva. (Pizarro, Barros & Lopes Junior, 2016, p. 444)

Tal formação também aparece no estudo de Melo et.al. (2016), segundo os autores a produção acadêmica que aborda CTSA em seus campos de pesquisa auxiliam na formação docente (inicial

e continuada) capaz de minimizar concepções ingênuas e distorcidas com relação a Ciência e Tecnologia. Assim “CTS representa um meio cultural que canaliza várias fontes, de forma a contribuir para o desenvolvimento de uma visão crítica, histórica e contextualizada da organização, produção e aplicação da ciência e da tecnologia como um processo social.” (Melo et al., 2016, p. 601).

CONCLUSÕES

As investigações realizadas nas produções acadêmicas sobre a perspectiva CTSA, vem contribuindo tanto para um melhor entendimento quanto a importância e possibilidade no ensino de ciências capaz de propiciar a Alfabetização científica, como reflexões a respeito da necessidade de uma formação docente de qualidade.

Considera-se que as reflexões propostas nos trabalhos estudados possam contribuir para um ensino das ciências, contextualizado e significativo. Tal abordagem pode favorecer que um ensino que não apenas valorize aspectos científicos, como também questões de relevância social e ainda proporcione discussões sobre aspectos socioambientais e a produção de bens tecnológicos.

A investigação sobre o que traz a produção acadêmica sobre a perspectiva CTSA, colabora para o fortalecimento da abordagem dentro do ensino e permite aprimorar as práticas educacionais em busca de alfabetizar cientifica e tecnologicamente nossos estudantes.

REFERÊNCIAS

Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação, 7*(1), 1-13.

Binatto, P., Duarte, A. C., Teixeira, P. M., & Soares, M. (2017). Análise das Reflexões de Futuros Professores de Biologia em Discussões Fundamentadas pelo Enfoque CTS. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *17*(3), 931-951. doi:10.28976/1984-2686rbpec2017173931

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular – BNCC*. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME. Retirado de https://tinyurl.com/urc35hw

Chassot, A. (2011). Alfabetização científica: questões e desafios para a educação (5 ed.) Ijuí: Unijuí.

Chassot, A. (2003). Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, 22, 89-100.

Esteves, P. E. & Gonçalves, P. (2017). Múltiplos Discursos Tratam das Ciências Naturais em Cursos de Pedagogia: Dilemas e Desafios para a Formação do Professor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 17*(2), 467-493.

Fernandes, I. M. B., Pires, D. M. & Delgado-Iglesias, J. (2018). Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciência & Educação (Bauru), 24*(4), 875-890.

Faria, A. M., Bizerril, M. X. A., Gastal, M.A., & Andrade, M. M. (2015). “A ciência que a gente vê no cinema”: uma intervenção escolar sobre o papel da ciência no cotidiano. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *15*(3), 645-659.

Melo, T., Pontes, F., Albuquerque, M., Silva, M., & Chrispino, A. (2016). Research Issues Orbiting the STS Approach: A Network Analysis of the Brazilian Academic Production in Education. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *16*(3), 607-626.

Melo, T., Pontes, F., Albuquerque, M., Silva, M. A., & Chrispino, A. (2016). Os Temas de Pesquisa que Orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a Produção Acadêmica Brasileira em Ensino. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *16*(3), 587-606.

Pizarro, M., Barros, R., & Junior, J. (2016). Os professores dos anos iniciais e o ensino de Ciências: uma relação de empenho e desafios no contexto da implantação de Expectativas de Aprendizagem para Ciências. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *16*(2), 421-448.

Ribeiro, M. (2016). A emergência da Filosofia da Química como campo disciplinar. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *16*(2), 215-236.

Ribeiro, T. V., & Genovese, L. G. R. (2015). O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. *Ciência & Educação (Bauru), 21*(1), 1-29.

Ribeiro, T. V., Santos, A., & Genovese, L. (2017). A História Dominante do Movimento CTS e o seu Papel no Subcampo Brasileiro de Pesquisa em Ensino de Ciências CTS. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *17*(1), 13-43. doi:10.28976/1984-2686rbpec201717113

Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, 2*(2), 133-162.

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências, 16*(1), 59-77.

Souza Cruz, S. (2001) Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental. Tese de doutoramento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/qtmg8af

Teixeira, P. M., & Megid Neto, J. (2017). A Produção Acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil – 40 anos (1972–2011): Base Institucional e Tendências Temáticas e Metodológicas. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *17*(2), 521-549. doi:10.28976/1984-2686rbpec2017172521

Tres, L., & Del Pino, J. C. (2017). Pressupostos Político-Pedagógicos para a Formação Docente em Química. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *17*(3), 773-802. doi:10.28976/1984-2686rbpec2017173773

VER, SENTIR, OUVIR E TOCAR: BRINCAR COM OS CINCO SENTIDOS NO PRÉ-ESCOLAR

Rita Lomba, Ana Peixoto

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (PORTUGAL)
anapeixoto@ese.ipvc.pt

Resumo

A área das ciências, em idade pré-escolar é muito importante no desenvolvimento da criança. Para Kishimoto (2010) grande parte da aprendizagem da criança decorre da forma como brinca com tudo o que a rodeia e como atribui significado aos fenómenos que vivencia. Harlan e Rivkin (2002), Peixoto (2008) e Reis (2008) consideram as ciências como uma área estimulante, que desperta a curiosidade da criança, permitindo-lhe adquirir novos conceitos, aumentar o seu léxico e atribuir significado a novos léxicos. De acordo com os mesmos autores todos estes aspetos acabam por despertar uma grande vontade na criança em procurar respostas às questões que formula e, assim, aprofundar o seu conhecimento. O estudo que se apresenta pretendeu responder às questões: Pode-se promover o desenvolvimento dos cinco sentidos e a correta identificação dos respetivos órgãos, através do brincar? Como? Para o efeito foram definidos objetivos de investigação que pretenderam: identificar quais das atividades desenvolvidas com as crianças que se mostraram mais eficazes na identificação dos diferentes sentidos; identificar de que forma a exploração da funcionalidade de cada órgão dos sentidos permitiu fazer a correta correspondência órgão/sentido; avaliar da alteração dos conhecimentos das crianças antes e após a realização das atividades; avaliar de que forma o brincar promoveu ou não a aprendizagem das crianças sobre os sentidos e os órgãos dos sentidos. De modo a dar resposta a estas questões optou-se por adotar um paradigma interpretativo, de natureza qualitativa, com um desenho de estudo de caso. O estudo foi desenvolvido com 17 crianças, cinco com dois anos e 12 com três anos de idade. Como instrumentos de recolha de dados optou-se por aplicar duas minientrevistas às crianças, uma no início e outra no final do estudo, gravações áudio e vídeo, registos fotográficos e diário do investigador. Durante o estudo foram desenvolvidas 17 atividades centradas nos cinco sentidos e nos órgãos dos sentidos. Os dados obtidos foram sujeitos a uma análise de conteúdo e triangulados de modo a tornar a informação obtida menos subjetiva e com maior rigor. Os resultados deste estudo apontam nos sentidos de atividades que se mostraram mais eficazes na aprendizagem do sentido da visão foram a descobre as sombras e a vamos brincar. Relativamente ao sentido da audição a atividade sons do quotidiano apresentou-se também como muito eficaz. As crianças conseguiram nomear os órgãos, a sua função e localização no corpo, mas apenas uma criança com três anos conseguiu verbalizar o sentido da visão. Relativamente às minientrevistas, as respostas dadas pelas crianças mostraram uma evolução na aprendizagem dos conceitos. No final todas as crianças conseguiram nomear os órgãos, localizar e indicar a função, verbalizar os órgãos dos sentidos, apresentando, no entanto, alguma dificuldade em identificar a língua e a pele como órgãos dos sentidos. Através do brincar as crianças (re)conheceram o nome do órgão, identificaram a sua função e localizaram no seu corpo. Conclui-se que todas as crianças foram capazes de compreender e adquirir novas aprendizagens, contudo, apresentaram algumas dificuldades na identificação do órgão correspondente ao sentido do tato. Considera-se que as propostas apresentadas foram ao encontro dos objetivos traçados inicialmente corroborando com o que afirma Kishimoto (2010) ao realçar a importância do brincar nas aprendizagens das crianças.

Palavras-chave: cinco sentidos; brincar; pré-escolar; ciências físicas.

INTRODUÇÃO

Durante a última década o discurso de que a Educação Pré-Escolar se escolarizou importando práticas constantes no 1.º Ciclo do Ensino Básico tornou-se muito frequente, mesmo por parte dos investigadores. Ao analisar as Orientações Curriculares para o Ensino Pré-Escolar (OCEPE) (Silva, Marques, Mata & Rosa, 2016), constata-se que, relativamente à área das ciências, esta é descrita como a área do conhecimento do mundo, cujo conhecimento por parte da criança não é nulo. Pensar que a criança ingressa no 1.º Ciclo do Ensino Básico sem conhecimento algum é

já uma ideia muito ultrapassada e sem sentido. A investigação do desenvolvimento da criança dos zero aos seis anos tem mostrado que, desde o primeiro momento em que a criança interage com o mundo físico, vai formando as suas ideias e os seus saberes e quando ingressa na etapa Educação Pré-Escolar já detém inúmeros conhecimentos e já "construiu algumas ideias não só sobre o mundo social e natural envolvente, mas também sobre o modo como se usam e para que servem objetos, instrumentos e máquinas do seu quotidiano" (Silva, Marques, Mata & Rosa, 2016, p.85). Os mesmos autores referem que A área do Conhecimento do Mundo vai ao encontro da curiosidade natural da criança, desde que tenta compreender o porquê de tudo aquilo que a rodeia. É a partir da sua exploração do mundo que as ciências são fomentadas e, são criadas oportunidades onde a criança pode "aprofundar, relacionar e comunicar o que já se conhece" (p. 85), contactando com novas situações, que suscitam na criança "curiosidade e o interesse por explorar, questionar, descobrir e compreender" (Silva et al., 2016, p.85).

Segundo Peixoto (2008), nas últimas décadas as ciências nos primeiros anos e a sua importância tem sido cada vez mais debatida por inúmeros investigadores, cientistas de renome e educadores. Alguns autores como Dewey (citado por Peixoto, 2008), Martins et al. (2009), Peixoto (2008), Reis (1998), Harlan e Rivkin (2002), defendem que a presente área é bastante importante para as crianças em idade pré-escolar, uma vez que a sua integração no currículo do pré-escolar segundo, contribui para o desenvolvimento psicológico das crianças.

De acordo com Harlan e Rivkin (2002) as ciências e a sua descoberta pelas crianças "estimula a individualidade e a criatividade na solução de problemas pela criança, o que leva uma melhor retenção dos conceitos obtidos" (p.45). Segundo Sá e Varela (2004), à medida que as crianças vão construindo novos significados vão adquirindo novos vocábulos que, acabam por utilize-los no seu discurso. Consequentemente todos estes aspetos acabam por despertar nas crianças uma grande vontade em procurar respostas, conhecendo deste modo o mundo que a rodeia. Para além do fator curiosidade, ainda existe um outro fator que se prende com a vontade de aprender que, aquando uma nova aprendizagem provoca na criança um crescente entusiasmo.

Segundo Peixoto (2008), realizaram-se estudos onde foi evidenciado que, apesar de as crianças de tenra idade não terem contactado com o ensino formal elas próprias têm já formadas as suas ideias/conceitos sobre determinados fenómenos e acontecimentos que surgem ao longo do seu dia, isto porque, "quando as crianças ingressam na educação pré-escolar, trazem consigo um sentido, um entusiasmo e uma curiosidade acerca do mundo que as leva a observar atentamente" (Peixoto, 2008, p.111).

Relativamente às aprendizagens realizadas no domínio das ciências, é importante realçar que as mesmas ocorrem através do brincar e "decorrem principalmente da acção, da manipulação que faz dos objectos que tem à sua disposição, sendo, por isso, do tipo causa/efeito" (Martins et al., 2009, p.12). Mais tarde, de uma forma mais sistematizadas, a criança vai "estruturando a sua curiosidade e o desejo de saber mais sobre o mundo que a rodeia" (Martins, et al., 2009, p.12) sempre auxiliada pelo adulto, conseguindo deste modo obter condições necessárias para iniciar pequenas investigações.

De acordo com Johnston (citado por Peixoto, 2008), as primeiras aprendizagens realizam-se através dos sentidos e "da acção das crianças sobre o mundo físico" (Peixoto, 2008, p.111), o que permite que as crianças construam as suas primeiras ideias científicas, que segundo Pozo e Crespo (2009), podem ser condicionadas por determinadas características cognitivas e, deste modo, torna-se necessário que os processos de aprendizagens sejam "muito potentes" (p.25).

Estas aprendizagens, encontram-se de acordo Bóo (citado por Peixoto, 2008), dependentes do nível de curiosidade que as crianças apresentam e da maneira como exploram o meio que as rodeia, isto é, a vontade de tocar, misturar, pesar, provar, derramar, levando as crianças a adquirir novos conhecimentos através de todas estas experiências.

Para Fialho (2007), a aprendizagem das ciências e a sua exploração a partir de atividades de caráter experimental devem iniciar-se o mais cedo possível. O mesmo autor afirma que a realização deste tipo de atividades em crianças em idade do pré-escolar auxiliam no alargamento do conhecimento e da compreensão, quer do mundo físico, quer do mundo biológico.

As atividades experimentais nesta área são importantes, uma vez que oferecem segundo Fialho (2007) a possibilidade de as crianças conhecerem o mundo que as rodeia de um modo mais rigoroso e aprofundado "mediante a utilização de diversos procedimentos e capacidades (observar, registar, medir, comparar, contar, descrever, interpretar) que não são exclusivos da

ciência" (p.2). Ainda sobre as atividades ligadas às ciências no contexto da educação pré-escolar, é importante salientar que estas ajudam as crianças a desenvolverem não só diversas capacidades, como também a "adquirirem procedimentos que [a] permitam explorar o meio" (Fialho, 2007, p.2), de uma forma ativa, tendo como finalidade a construção do seu conhecimento individual e, são ainda promotoras do desenvolvimento "de competências de pensamento potenciadoras da capacidade de "aprender a aprender" de "aprendizagem ao longo da vida" " (Fialho, 2007, p.2). Desta forma, existe uma forte ligação entre o domínio das ciências e os restantes, tais como: expressões, matemática e linguagem.

De acordo com Peixoto (2008), as crianças vão organizando a sua experiência do seguinte modo: objetos, sensações e acontecimentos. Neste sentido, a autora faz referência a Watt (1998), que afirma que as crianças são seres ativos que vão desenvolvendo as suas ideias através "das suas experiências diárias e atribuem significado ao mundo que as rodeia, agrupando ideias e experiências similares, numa espécie de "armazém mental" " (p.119). Intuitivamente as crianças vão aprendendo a grande maioria dos seus conhecimentos no que diz respeito à área das ciências, mais concretamente sobre as ciências físicas.

Estas ideias podem revelar-se altamente resistentes à mudança, acabando por influenciar as novas aprendizagens. Toda a construção destas ideias acaba por surgir a partir das vivências do quotidiano, isto é, através de "experiências diárias do foro informal – sensorial, linguístico, cultural – ou formal" (Teixeira, 2011, p.8). Também Guesne e Tiberghien (citado por Teixeira, 2011, p. 8) defendem que antes de ingressarem o contexto formal, as crianças vão desenvolvendo ideias sobre "fenómenos naturais" (p.8), que observam no seu quotidiano.

Como já foi referido e segundo Kishimoto (2010), os órgãos sensoriais, são utilizados pelas crianças "para explorar e conhecer o mundo dos objetos" (p. 3). Quando coloca o brinquedo na boca, experimenta a sensação de duro, mole, o que amplia suas experiências sensoriais e a encaminha para a compreensão de conceitos. Texturas, cores, odores, sabores, sons são experiências que a criança adquire no contato com móbiles coloridos, sonoros, saquinhos de ervas aromáticas e brinquedos de diferentes densidades e formas. Objetos domésticos de uso cotidiano são importantes itens para ampliar as experiências sensoriais. Objetos feitos com materiais naturais ou de metal, chaveiro com chaves, bolas de tecido, madeira ou borracha, sino e outros, dentro de um grande cesto de vime com base plana e sem alças, servem para a exploração livre (p. 3).

Neste seguimento alguns psicólogos afirmam que as crianças desde o momento que nascem estão preparadas para aprender e, estas não aprendem a partir dos filmes ou da televisão, mas sim através da vida real e da interação com as pessoas, tendo uma perceção do mundo e de tudo aquilo que as rodeia, organizando toda essa informação. Para além de a organizar, vão adquirindo simultaneamente a capacidade de se concentrarem em apenas uma sensação, o que resulta numa melhoria de desempenho, isto porque, ao organizarem as sensações as crianças são capazes de interpretar a informação e dar uma resposta acabando por estar mais conectadas com o mundo, mas também são mais capazes de controlar as suas próprias emoções.

Face a este enquadramento decidiu-se realizar um estudo em torno da questão de investigação "Pode-se promover o desenvolvimento dos cinco sentidos e a correta identificação dos respetivos órgãos, através do brincar? Como? Para os efeitos foram definidos objetivos que pretenderam: identificar quais das atividades desenvolvidas com as crianças que se mostraram mais eficazes na identificação dos diferentes sentidos; identificar de que forma a exploração da funcionalidade de cada órgão dos sentidos permitiu fazer a correta correspondência órgão/sentido; avaliar da alteração dos conhecimentos das crianças antes e após a realização das atividades; avaliar de que forma o brincar promoveu ou não a aprendizagem das crianças sobre os sentidos e os órgãos dos sentidos.

METODOLOGIA

Definida a questão de investigação, importa selecionar a metodologia que mais se adequada à concretização do estudo. Dadas as características do estudo optou-se por uma metodologia qualitativa, de natureza interpretativa e descritiva, com um desenho de estudo de caso. O presente estudo tem como característica ser descritivo, o que significa que "os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não números podendo no contexto recorrer a formas de

contagem. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação" (Boghan & Biklen, 2015, p.48). Esta descrição deve de ser "rigorosa e resultar directamente dos dados recolhidos" (Ferreira, 2008, p.198), ou seja, tudo aquilo que o investigador vai observando no contexto, deve de ser apresentado em detalhe "em vez de ser resumido ou avaliado" (Bogan & Biklen, 2015, p. 163). Posteriormente, aquando da análise dos dados recolhidos, o investigador deverá respeitar sempre a forma como os dados foram registados.

O estudo envolveu 17 crianças, cinco com dois anos e 12 com três anos de idade três anos (Tab. 1) que integravam um grupo de crianças de uma sala de jardim de infância pertencente ao concelho de Viana do Castelo.

Tratando-se de crianças muito novas optou-se por recorrer a técnicas e instrumentos de recolha de dados passíveis de serem aplicados com estas crianças. Assim, como instrumentos de recolha de dados optou-se por aplicar duas minientrevistas às crianças, uma no início e outra no final do estudo, gravações áudio e vídeo, registos fotográficos e diário do investigador.

Tabela 1. Caracterização das crianças participantes no estudo relativamente ao género, data de nascimento e codificação (N=17)

Data de nascimento	Mês	Género	Codificação das crianças
14/01/2015	Janeiro	Masculino	T
21/01/2015			S
26/02/2015	Fevereiro	Masculino	V
08/06/2015	Junho	Feminino	MI
24/06/2015			I
14/07/2015	Julho	Masculino	JD
16/07/2015		Feminino	AL
27/07/2015			F
02/09/2015	Setembro	Masculino	M
14/09/2015			L
02/09/2015		Feminino	E
10/09/2015			J
24/10/2015	Outubro	Masculino	B
03/11/2015	Novembro	Masculino	D
30/11/2015			A
23/11/2015		Feminino	ML
14/12/2015	Dezembro	Masculino	MF

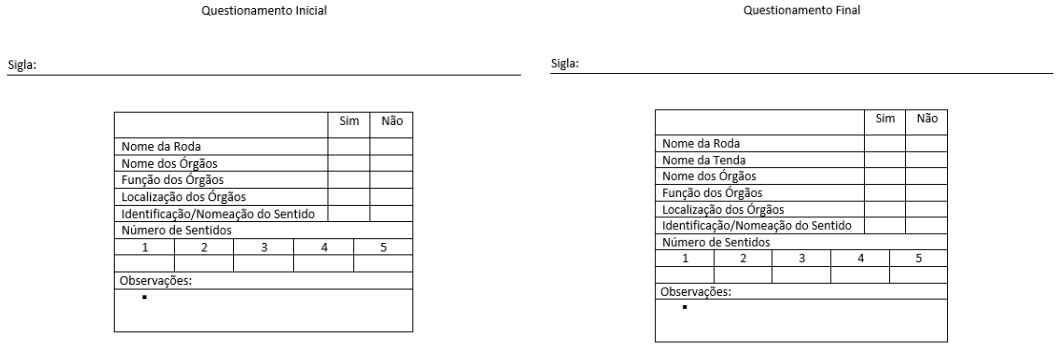
Durante o estudo foram desenvolvidas 17 atividades, de acordo com a calendarização apresentada na tabela 2, centradas nos cinco sentidos e nos órgãos dos sentidos.

Tabela 2 – Calendarização das atividades implementadas e respetivos sentidos.

Sentido Explorado	Data da implementação	Nome da Atividade
Sentido da Visão	12; 13; 16 de nov. 2018	Brincando com o Monstro das Cores e os olhos; Ilusões Óticas; Senhor Oculista
	7 e 9 de jan. de /2019	Vamos brincar? Descobre as Sombras; Adivinha quem sou!
Sentido da Audição	14; 16 de nov. de 2018	Ouvido Atento, vem aí os sons do quotidiano! ; Melodia com os nossos materiais
	8 de jan. /2019	Telefone Mágico
Sentido do olfacto	26 de nov.de 2018	Que nariz curioso
	11 de jan. de 2019	Cheira aqui e descobre quem sou
Sentido do Tato	27, 28, 30 de nov. de 2018	Discos Divertidos; Uma experiência: massa maluca e o nosso corpo; Tapete Sensorial
	10 de jan. de 2019	Caixa Mágica e Pega-Monstro
Sentido do Paladar	11 e 12 de dez. de 2018	Que língua curiosa!; Salada de Fruta
	9 de jan. de 2019	Descobre o sabor…

Os dados obtidos foram sujeitos a uma análise de conteúdo e triangulados de modo a tornar a informação obtida menos subjetiva e com maior rigor.

A minientrevista inicial e final (Fig. 1) continham apenas questões muito simples.


Questionamento Inicial

Sigla:

	Sim	Não
Nome da Roda		
Nome dos Órgãos		
Função dos Órgãos		
Localização dos Órgãos		
Identificação/Nomeação do Sentido		
Número de Sentidos		
1 2 3 4 5		
Observações:		

Questionamento Final

Sigla:

	Sim	Não
Nome da Roda		
Nome da Tenda		
Nome dos Órgãos		
Função dos Órgãos		
Localização dos Órgãos		
Identificação/Nomeação do Sentido		
Número de Sentidos		
1 2 3 4 5		
Observações:		

Figura 1. Minientrevista inicial, à esquerda, Minientrevista final, à direita, às crianças.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Ao longo de todo o processo de investigação, todas as atividades realizadas para desenvolver a temática dos cinco sentidos apresentaram-se como uma mais-valia, proporcionando aprendizagens às crianças, atingindo os objetivos traçados no início do estudo. Através da análise de dados foi possível constatar que, de facto, as atividades implementadas causaram entusiasmo, mas também algum receio, pelo facto de, por exemplo, não conseguirem visualizar os materiais e alimentos estavam a ser apresentados, provando-os ou cheirando-os, o que gerou, em algumas crianças, uma onda de não participação nessas atividades. Esta não participação gerada, no início de cada atividade, foi rebatida diariamente pela investigadora, recorrendo a estratégias que não obrigavam as crianças a participarem sem estas expressarem a sua vontade, permitindo deste modo que todas, mesmo as que não mostravam vontade em

participar, ficassem com as restantes crianças a observar, isto porque, durante o período de observação verificou-se que, esta estratégia levava as crianças, através da visualização, a que percebessem de uma forma mais concreta quais os objetivos das atividades e, consequentemente, levava a que no decorrer das atividades demonstrassem vontade em querer participar. Porém, é importante ressalvar que nem sempre as crianças se encontravam predispostas a participar e, quando tal situação sucedia a investigadora não insistia, algo bastante presente após a dos dados. Através das minientrevistas (inicial e final) e da implementação das 17 atividades foi possível perceber quais as atividades desenvolvidas com as crianças que se mostraram mais eficazes na identificação dos diferentes sentidos, entre outros aspetos como, tentar compreender quais eram os conhecimentos das crianças, no que respeita à temática, sendo que a mesma foi aplicada individualmente para não existirem respostas influenciadas, bem como, o próprio local (sala do contexto) era de conhecimento e parte integrante da rotina das crianças para que, estas se sentissem o mais confortáveis possível. A utilização desta estratégia foi sem dúvida uma mais-valia para o estudo, uma vez que foi possível para a investigadora compreender até que ponto as crianças tinham conhecimento relativamente à temática dos cinco sentidos. Sendo que, na última semana seria implementada uma nova minientrevista (final), que como foi possível constatar contém as mesmas questões colocadas na primeira minientrevista, sofrendo apenas o acréscimo de uma questão relativa a um objeto introduzido ao longo das temáticas. Através desta técnica foi possível constatar que as crianças participantes neste estudo já detinham conhecimentos bastante significativos no que diz respeito ao conhecimento dos órgãos respetivos aos sentidos, a sua função e a localização no seu próprio corpo. Contudo, é necessário salientar que, eram notórias dificuldades no que se prendia a dois órgãos: pele e língua. Porém, a evolução das aprendizagens, aquando a minientrevista final, revelou que algumas crianças continuaram a apresentar algumas dificuldades em nomear os dois órgãos referidos anteriormente, isto é, o período de tempo para responder acaba por ser maior, pois as crianças sentiam uma enorme necessidade de pensar antes de os nomear. Em termos da nomeação dos órgãos, em ambos os momentos todas as crianças foram capazes de nomear todos os órgãos, porém, tal como referido anteriormente, apresentaram uma maior dificuldade em nomear dois órgãos: pele e língua. Contudo, curiosamente, algumas crianças apresentavam uma maior dificuldade em nomear os diversos órgãos através da visualização de imagens, sendo necessário por vezes a investigadora apontar para os seus órgãos de modo a que a criança visualizasse o órgão real e não desenhado para conseguir nomear. No que respeita à função dos órgãos em ambos os momentos de minientrevista, as crianças foram capazes de nomear diversas funções, contudo, algumas crianças confundirem alguns órgãos (ouvido e nariz) aquando da visualização das mesmas numa imagem apresentada pela investigadora, acabando por trocaras funções, mas quando se apercebiam do erro, ou lhes era explicado que o nome atribuído aos órgãos não era o correto, algumas crianças retificavam para o nome correto. Porém, apesar de ter existido uma evolução, duas crianças continuaram a não ser capazes de nomear as funções dos respetivos órgãos. Em termos da localização dos órgãos no seu próprio corpo, em ambos os momentos de minientrevista constatou-se que existiu evolução, sendo que, num segundo momento, já todas as crianças eram capazes de os localizar no seu corpo. Para além destes aspetos, as minientrevistas continham mais três pontos: contagem dos sentidos; nomeação dos sentidos; nomeação dos objetos lúdicos (roda dos órgãos dos sentidos e tenda dos órgãos dos sentidos), que tal como os dois pontos anteriores, foram parte integrante das minientrevistas. No que respeita à nomeação dos objetos lúdicos, salienta-se que somente a roda dos órgãos dos sentidos foi parte integrante de todas as atividades implementadas. Quanto à nomeação da roda dos órgãos dos sentidos, por parte das crianças, constatando-se que, num primeiro momento, nenhuma criança foi capaz de nomear corretamente, contudo, num segundo momento, as crianças nomearam-no recorrendo a termos criados por si, acabando por apenas duas crianças, atribuírem o nome correto da roda. Apesar de a grande maioria das crianças atribuir um nome que não era o correto, esta nomeação mostra que estas crianças já tinham uma pequena ideia de como se chamava, mas na ausência de uma palavra acabavam por atribuir outro nome correspondente a determinadas características da roda, dando a entender que de facto conheciam o objeto e sabiam parte do nome do objeto. Já no segundo objeto lúdico, introduzido nas últimas atividades é importante referir que o facto de ser um objeto que gerou, em algumas crianças, alguma curiosidade e em outras algum receio por ser um objeto sem porta e com apenas janelas pequenas com um pouco de pano a tapar, fez com que as crianças não conseguissem visualizar o seu interior. Apesar de ter sido um objeto com o qual mantiveram um contacto breve, verificou-se a mesma situação do objeto lúdico (roda), ou seja, a grande maioria

das crianças atribuía um nome que não era o correto, mas na ausência de uma palavra acabavam por nomear determinadas características do objeto, dando a entender que, de facto conheciam o objeto e sabiam parte do nome do objeto. Contudo, não eram capazes de nomear o nome correto da roda dos sentidos. Apenas quatro crianças foram capazes de nomear corretamente a roda, fazendo uma associação ao objeto lúdico, ou seja, estas quatro crianças fizeram uma associação considerando que a roda se chamava "roda dos órgãos dos sentidos", então a tenda também se chama "tenda da roda dos sentidos", pois ambas tinham uma característica em comum: as imagens com a representação dos órgãos respetivos aos cinco sentidos. Desta forma, acabaram por responder corretamente. Em termos da designação dos sentidos, é necessário realçar que as crianças tinham a ideia de que todos os órgãos que se encontravam em exploração eram órgãos dos sentidos, contudo, aquando da realização da contagem, as crianças realizavam-na orientando-se pelas imagens apresentadas pela roda dos órgãos dos sentidos, mas, todas eram capazes de contabilizar os sentidos, apesar de transparecer algumas dificuldades no que respeita a essa contagem. Já no que respeita a nomeação dos cinco sentidos, o resultado foi ao encontro do se esperava, isto é, as crianças apesar de, ao longo das atividades lhes ter sido dito o nome dos vários sentidos, não foram capazes de os nomear quando questionadas, havendo apenas uma pequena evolução no segundo momento, em que apenas uma criança foi capaz de nomear o sentido da visão. Considera-se que as propostas apresentadas foram ao encontro dos objetivos delineados inicialmente e permitiram dar resposta às duas questões de investigação. As atividades implementadas foram adequadas às crianças e às suas necessidades, foram lúdicas, dentro do possível e integraram-se no brincar. A própria temática permitiu que as atividades fossem distintas e que fossem diversificadas, tais como: conto de histórias com o recurso a um cenário de teatro; luz e imagens/figuras das personagens; pinturas de vários elementos ligados à temática; projeção de imagens variadas; tapetes com figuras coloridas; puzzles; sons do quotidiano, entre outras. A variedade de atividades despertou um maior interesse nas crianças e apresentando-se como uma estratégia motivadora para que as crianças não se sentissem aborrecidas. Todas as atividades propostas foram realizadas em grupo, o que tem as suas vantagens e desvantagens. Algumas vantagens centram-se na entreajuda, trabalho colaborativo e na motivação, já as desvantagens foram centradas na acomodação de algumas crianças, levando a que não se empenhassem nem participassem tão ativamente nas atividades, levando também a que algumas crianças se sentissem mais intimidadas com a participação dos colegas e acabassem por se remeter ao silêncio. Nas atividades mais focadas na pintura, houve um cuidado em dividir o grupo em pequenos grupos de quatro a cinco elementos, tendo sempre o cuidado de haver rotatividade, para que todas as crianças participassem. Estes pequenos grupos eram construídos tendo sempre o cuidado de selecionar crianças de idades distintas, isto é, ter sempre pelo menos duas crianças mais velhas, para que auxiliassem os colegas mais novos na atividade. Por vezes houve a necessidade de separar algumas crianças, uma vez que distraiam outras crianças, acabando por influenciar o comportamento do grupo. Da totalidade de atividades realizadas, todas decorreram dentro do previsto, contudo, duas atividades – atividade "Adivinha Quem Sou" (sentido do tato); "Melodia com os nossos materiais" (sentido da audição) – apresentaram uma maior dificuldade devido à falta de receção e uma grande agitação pela parte das crianças. Retirando estas duas atividades, as restantes decorreram normalmente e as crianças foram demonstrando os seus conhecimentos e adquirindo novos, o nível de participação foi positivo, apesar de nem sempre algumas crianças se encontrarem tão predispostas a participar em todos os momentos lúdicos – principalmente as crianças MF, E, M, AL, A. As atividades implementadas ajudaram de uma forma positiva as crianças adquirir e aprofundar conhecimentos sobre os cinco sentidos. A partir das atividades, as crianças compreenderam a existência de cinco sentidos, os órgãos correspondentes a cada sentido, o seu nome e função e foram ainda capazes de identificar e reconhecer esses mesmos órgãos no seu corpo, bem como as suas características. Focando de uma forma mais concreta, os estímulos sensoriais recebidos ajudaram a desenvolvera concentração, a coordenação e o relaxamento. Este tipo de atividades sensoriais ajudaram as crianças a saber ouvir, a realizar associações de cheiros, sons ou sabores a memórias e/ou vivências do quotidiano, a aprender a distinguir e expressar odores que lhes eram agradáveis ou desagradáveis, distinguir os quatro sabores primários (salgado, doce, amargo e ácido), a conhecer os alimentos do mundo em que vivem, a aprender a confiar nas sensações através do toque de objetos, entre outros aspetos.

Em suma, é fundamental compreendermos que, o brincar é de facto uma ferramenta que contribui para a promoção e desenvolvimento dos cinco sentidos. Através das brincadeiras – desenhos, jogos, entre outras –é possível despertar a atenção e a perceção da criança para

novas aprendizagens. A utilização do brincar na educação pré-escolar é fundamental, uma vez que é algo pelo qual a criança tem um grande interesse, o que torna os momentos de aprendizagens (momentos mais formais) em momentos atrativos em que não haja o sentimento de obrigação e aborrecimento, o que leva a que a criança tenha uma maior facilidade em aprender uma vez que o brincar é um dos seus meios de expressão. Se as atividades implementadas, através do brincar, também auxiliaram as crianças a trabalharem as emoções, o respeito pelo próximo, o saber dividir, as diferenças, os sentimentos positivos de ganhar e o negativo de perder. Tudo isto ajuda a criança a aprender a saber lidar com as suas frustrações e ainda, é importante salientar que o facto de as brincadeiras envolverem emoções ajuda a criança a aprender mais rapidamente e a gravar na memória a brincadeira e as aprendizagens. Assim o brincar é uma ferramenta de aprendizagem que pode ser aplicada às várias faixas etárias e em qualquer tipo de ensino e que, quando trabalhado de forma adequada, pode promover um bom desenvolvimento intelectual, emocional e social, algo que se constatar através das atividades implementadas. Ao entrar no mundo da criança através do brincar torna-se mais simples para o(a) educador(a) compreender as dificuldades sentidas pelas crianças e, deste modo, procurar estratégias para dar resposta a essas mesmas dificuldades.

REFERÊNCIAS

Bogden, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação - Uma introdução à teoria em educação e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Fialho, I. (2007). A ciência experimental no jardim-de-infância. In A. Pequito, & A. Pinheiro (Org.) *Quem aprende mais? Reflexões sobre educação de infância, CIANEI 2.º Encontro Internacional de aprendizagem na educação de infância* (pp. 1-5). Porto: Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti.

Harlan, J. D., & Rivkin, M. S. (2002). *Ciências na educação infantil: uma abordagem integrada* (7 ed.). Porto Alegre: Artmed Editora.

Kishimoto, T. M. (2010). Brinquedos e Brincadeiras na Educação Infantil. *Anais do I Seminário Nacional: Currículo em movimento – perspectivas atuais, 1*, 20. Lisboa: Ministério da Educação.

Peixoto, A. M. C. de A. (2008). *A Criança e o conhecimento do mundo: atividades laboratoriais em ciências físicas*. Penafiel: Editorial Novembro.

Pozo, I. J., & Crespo, M. A. G. (2009). *Aprender y Enseñar Ciencia* (6 ed.). Madrid: Ediciones Morata.

Reis, P. R. (1998). Investigar & Descobrir - O Ensino das Ciências no Pré-Escolar. *Cadernos da Educação de Infância, 47*, 43.

Reis, P. R. (2008). *Investigar e descobrir: Actividades para a Educação em Ciências nas Primeiras Idades*. Chamusca: Edições Cosmos.

Sá, J., & Varela, P. (2004). *Crianças aprendem ciências - uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora.

Silva, I. L., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE).

Teixeira, A. (2011). Concepções alternativas em ciência: um instrumento de diagnóstico (Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Portugal). Retirado de https://tinyurl.com/ubfmpk3

.

O FUTEBOL COMO CONTEXTO PROMOTOR DE APRENDIZAGENS NA MATEMÁTICA

Hélder Pinto[1], Ângelo Silva[2], Alcina Figueiroa[3]

[1]CIDMA-UA & RECI, Instituto Piaget (PORTUGAL)
[2]Instituto Piaget (PORTUGAL)
[3]RECI, Instituto Piaget (PORTUGAL)

Resumo

Neste texto apresenta-se um projeto, ainda em fase inicial, no âmbito da educação matemática, com implementação no 5º ano de escolaridade, em duas turmas de uma escola pública, prevista para o ano letivo de 2019/2020. Com este projeto, pretende-se verificar se a articulação entre conteúdos da matemática e contextos do quotidiano ajuda a promover as aprendizagens. No referido projeto, que inclui três fases (diagnóstico, intervenção e avaliação), o futebol surge como contexto privilegiado na formulação e na resolução de problemas (Pinto & Silva, 2018; 2019).

Este artigo centra-se, somente, nos dados preliminares obtidos na fase de diagnóstico (primeira fase) e que permitiu a validação dos instrumentos a utilizar futuramente, a qual envolveu um grupo de 29 alunos do 5.º ano de escolaridade de um centro de estudos em Vila Nova de Gaia. Os resultados evidenciam o futebol como tema apreciado na maioria da amostra utilizada, ainda que se note uma considerável discrepância entre os géneros, especificamente, maior aceitação por parte dos rapazes em relação às raparigas. Concluiu-se, ainda, que todos os alunos intervenientes consideraram importante aprender Matemática.

Palavras-chave: futebol; 2º ciclo ensino básico; matemática; aprendizagens significativas.

INTRODUÇÃO

A emergência de uma escola inclusiva, onde todos e cada um dos alunos encontrem respostas que lhes permitam a aquisição de um nível de educação e formação facilitadoras da sua plena inclusão social, constitui uma prioridade dos especialistas e da ação governativa. Neste âmbito, os recentes Decretos-Lei n.º 54/2018 e n.º 55/2018, ambos de 6 de julho, valorizam responder à diversidade de necessidades dos alunos através do aumento da participação de todos na aprendizagem e na vida da comunidade escolar. Uma das formas de potenciar a participação e, por conseguinte, a inclusão dos alunos nas aprendizagens é recorrer a contextos do quotidiano que lhe sejam familiares.

É nesta linha de pensamento que a comunidade científica em educação evidencia a necessidade de contextualizar os conteúdos curriculares, como forma de proporcionar aos alunos aprendizagens significativas (Leite, Fernandes, & Mouraz, 2011) e potenciar uma melhor perceção da forma como podem utilizar os conteúdos que aprendem em sala de aula (Morgado & Mendes, 2012). No caso específico da matemática, descentrar o ensino da disciplina da lógica de mera instrução académica, direcionando-o para a articulação/contextualização em contextos familiares aos alunos, pode ajudar a conferir sentido e utilidade aos conteúdos programáticos (Gilbert, 2014), a estabelecer ligação entre o que os alunos aprendem e situações do mundo real, a transferir as aprendizagens para o contexto social (Puig & Carvajal, 2015) e a desenvolver competências relevantes no dia-a-dia.

A este respeito, diversos investigadores na área educacional emitem várias opiniões relativamente ao conceito e à ideia que contextualizar o ensino encerra. Assim, para Kato e Kawasaki (2011), a contextualização rompe com a abordagem de conteúdos que sobrevaloriza a vertente cognitiva e aproxima o conteúdo formal (científico) do conhecimento não-formal (trazido pelo aluno), tornando o assunto mais interessante para o aluno, uma vez que o tema abordado se enquadra na sua realidade de vida – o quotidiano. Por outras palavras, estes mesmos autores (Kato & Kawasaki, 2011) defendem que a contextualização do ensino passa por integrar o conhecimento académico e curricular numa realidade de vivências e/ou temas presentes na sociedade e nas experiências de vida de quem aprende. Outros autores (Morgado & Mendes, 2012) salientam que a ideia de contextualização curricular pode perspetivar-se como uma tentativa de rutura com as metodologias transmissivas de informação.

Todavia, nem sempre os intervenientes do processo educativo prestam o devido contributo para a contextualização do ensino. No caso dos professores, estudos realizados neste domínio indicam que a sua implementação está, ainda, muito longe de se achar concretizada (Leite et al., 2011), sobressaindo um ensino que sobrevaloriza a vertente cognitiva e a importância do desenvolvimento, a nível individual, de competências de eficiência e competitividade (Cortesão, 2012). Por outro lado, resultados de investigações desenvolvidas neste domínio têm revelado que os alunos não reconhecem sentido e utilidade naquilo que aprendem, o que leva a um consequente desinteresse pela área matemática e a um consequente insucesso (Gilbert, 2006; Morgado & Mendes, 2012). Tal desmotivação pode ter a ver não apenas com os conteúdos programáticos abordados, mas também com a forma como, por vezes, são ensinados e explorados.

No caso específico da matemática, ainda que frequentemente se afirme que "a matemática está em todo o lado", persistem, todavia, práticas que incluem sempre os mesmos problemas escolares, as mesmas temáticas e os mesmos contextos ao longo de gerações (por exemplo: "Qual a idade do João sabendo que...?"). Estando, de facto, "a matemática em todo lado" então há que recorrer a novas situações que permitam aos alunos a incursão em temas relacionados com vivências e contextos do seu quotidiano. A importância das *authentic task situations* em matemática pode ser melhor compreendida em Palm (2009) notando-se ainda que, como é referido por Ponte e Quaresma (2012), o contexto desempenha um papel central na aprendizagem dos alunos:

> Mais do que motivação, o contexto deve ser sobretudo um suporte para a aprendizagem da Matemática. Mas a motivação não deixa de ser importante, uma vez que o aluno aprende essencialmente em função do seu interesse em aprender. E para isso, o contexto de trabalho desempenha um papel fundamental. (p. 215)

De facto, e concordando com a opinião de Ponte (2003), sendo o aluno o principal interveniente na aprendizagem, terá então de ser estimulado para o gosto de aprender; de contrário, nunca se envolverá de forma efetiva na aprendizagem.

No que respeita, concretamente, à resolução de problemas, aspeto abordado no presente estudo, segundo Crato (2016), "o raciocínio não se constrói com desafios dispersos e diversos, antes desenvolve-se através do treino de casos concretos que apresentam características comuns" (p. 97). Ainda que não exista uma fronteira bem definida entre problema e exercício (Esteves & Leite, 2006), o que leva a que estes conceitos habitualmente, surjam de forma indiferenciada, convém salientar que no contexto da didática um problema perspetiva-se como um enunciado que inclui um obstáculo para ser resolvido. Além de se desconhecer a estratégia de resolução, o problema pode até ter mais do que uma solução ou, simplesmente, não ter solução (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Neto, 1998). No caso dos exercícios, não é apresentado obstáculo ao resolvedor, uma vez que, à partida, já sabe o que tem de fazer para encontrar a solução que, ao contrário dos problemas, é única (Dumas-Carré & Goffard, 1997). Um enunciado pode ser um problema para um aluno e não o ser para outro, dependendo do grau de familiaridade destes com o enunciado em causa (Dumas-Carré & Goffard, 1997, p. 2).

No projeto aqui apresentado o foco são os problemas, sendo o futebol o contexto escolhido, temática que entusiasma a maioria da nossa sociedade atual, abarcando pessoas de diferentes contextos socioeconómicos. Assim, na fase de diagnóstico, problemas apresentados nos manuais escolares, foram alterados e enquadrados no contexto/ambiente do futebol, mantendo-se, contudo, intactas as suas características matemáticas. O mesmo procedimento será realizado nas restantes fases do projeto, abarcando outros conteúdos programáticos. A recolha de dados no projeto incluirá questionários, grelhas de observação e a própria resolução dos problemas modificados. Os questionários permitirão conhecer as preferências dos alunos quanto à temática escolhida para a resolução de problemas, as grelhas de observação ajudarão a conhecer a dinâmica da turma em termos de comportamentos, atitudes e valores durante a realização das tarefas e a análise da resolução dos problemas possibilitará identificar o (in)sucesso das aprendizagens.

Como já foi referido, o projeto que aqui é aludido será repartido em três fases: diagnóstico, intervenção e avaliação, sendo que, de momento, apenas a primeira foi implementada. Quanto à segunda fase, com implementação prevista para o ano letivo 2019-2020, em duas turmas do 5.º ano de escolaridade de uma escola pública, operacionalizar-se-á em várias sessões ao longo do ano. A escolha das temáticas curriculares a contemplar em cada sessão acompanhará os conteúdos que no momento de implementação estiverem a ser abordados nas turmas

envolvidas. Assim, no que se segue, a metodologia e os resultados apresentados referem-se apenas à amostra utilizada na fase de diagnóstico que também serviu para aferir os instrumentos de recolha de dados, em particular os questionários a aplicar aos alunos que serão, posteriormente, utilizados na fase de intervenção.

Espera-se ainda que este projeto contribua para dotar os professores de novas ferramentas que ajudem os alunos a construir conhecimento de forma contextualizada e a promover as aprendizagens previstas nos documentos oficiais, como as que constam no *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória* (Martins, Gomes, Brocardo, Pedroso, et al., 2017).

METODOLOGIA

Este estudo integra-se num projeto, ainda em fase inicial, e cujo objetivo principal consiste em verificar se a articulação entre conteúdos da matemática e os contextos familiares aos alunos, neste caso concreto, o futebol, ajudam a promover e a melhorar as aprendizagens, especificamente, na formulação e resolução de problemas.

No âmbito da fase de diagnóstico do projeto apresentado neste artigo definiu-se como objetivo principal identificar as perceções/preferências dos alunos participantes quanto ao tema do futebol inserido na resolução de problemas. Esta fase desenvolveu-se uma sessão num centro de estudos envolvendo 29 alunos (11 rapazes e 18 raparigas) do 5º ano de escolaridade, com idades compreendidas entre os 10 e os 11 anos, todos a frequentar escolas do concelho de Vila Nova de Gaia.

A recolha de dados na fase de diagnóstico iniciou-se com a apresentação aos alunos de um conjunto de problemas que tinham como temática o futebol, nas suas diversas vertentes (Figura 1). A seleção desta tarefa teve em conta os conteúdos matemáticos que, naquele momento, estavam a ser lecionados nas escolas dos alunos intervenientes, especificamente, *Números Racionais* com particular enfoque nas *Frações*.

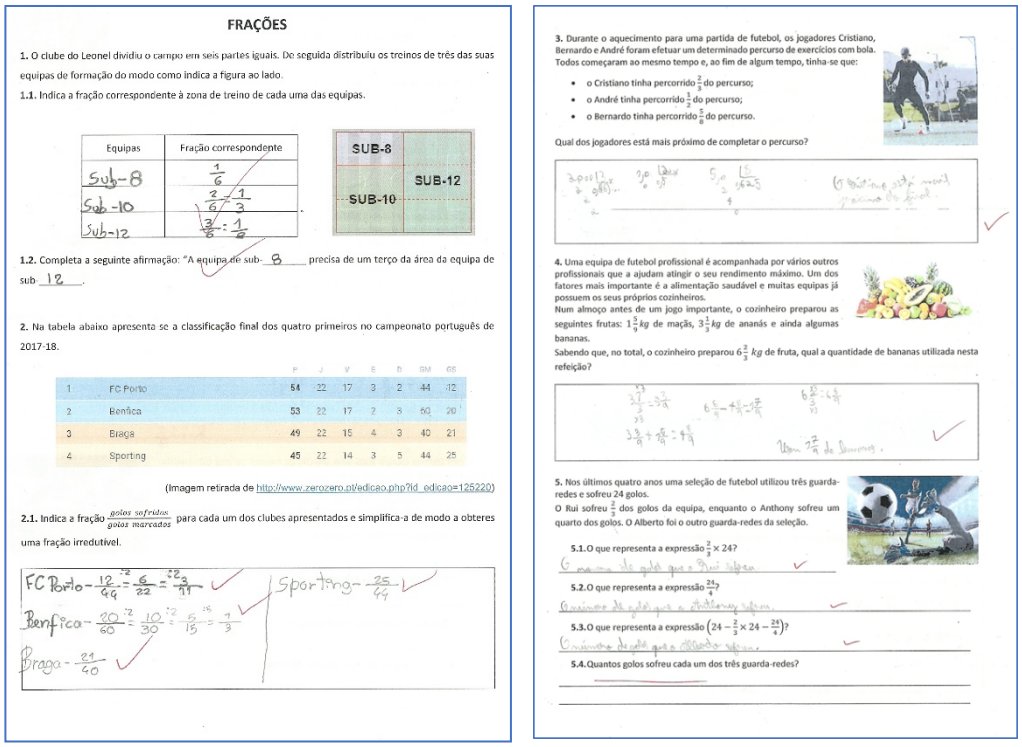


Figura 1. Problemas propostos aos alunos na fase de diagnóstico

Conforme já foi referido, é intenção deste projeto manter intactas as características matemáticas dos problemas propostos nos manuais escolares. Assim sendo, os problemas apresentados são similares, quer a nível dos conteúdos, quer no grau de desafio cognitivo, aos problemas que podem ser encontrados no manual escolar dos alunos participantes nesta fase do projeto. Note-

se que não se pretende, portanto, alterar o tipo de raciocínio a mobilizar/potenciar nos alunos, mas sim determinar se a mudança de contexto, na apresentação de problemas, é (ou não) fonte de motivação nas aprendizagens.

O primeiro problema envolve a divisão de um campo de futebol em várias partes; o segundo envolve a tabela classificativa do campeonato de futebol português do ano anterior; no terceiro problema referem-se vários futebolistas num treino; no quarto apresenta-se um cozinheiro de uma equipa de futebol; no último, propõe-se um problema relacionado com três guarda-redes de uma seleção. De seguida, para posterior análise, recolheram-se as resoluções efetuadas pelos alunos participantes.

Durante essa mesma sessão, na parte final, passou-se à aplicação de um questionário aos alunos (Tabela 1), através do qual se avaliou o nível de satisfação quanto aos problemas realizados e, em particular, quanto ao tema e contexto utilizado (note-se que este questionário será usado na fase de intervenção e, portanto, esta fase serviu para a sua aferição, conforme já referido). Quanto ao questionário, este era constituído por um grupo de oito questões, tendo-se utilizado uma escala de *Likert*, com quatro níveis: 1 = muito; 2 = bastante; 3 = pouco; 4 = nada.

Quanto à validação deste instrumento, fez-se uma validação interna, por parte dos investigadores deste estudo. Recorreu-se, também, à professora responsável pelo centro de estudos, com formação específica no ensino da matemática. Quanto à seleção das questões, teve-se em conta a própria finalidade do projeto - verificar se a articulação entre conteúdos da matemática e os contextos familiares aos alunos, neste caso concreto, o futebol, ajudam a promover e a melhorar as aprendizagens, especificamente, na formulação e resolução de problemas.

Tabela 1. Questões colocadas aos alunos através de questionário

Gostas de matemática?
Consideras importante aprender matemática?
És bom aluno a matemática?
Sentes-te à vontade quando tens de resolver problemas?
Gostaste da tarefa de hoje?
Gostas de futebol?
Gostaste de fazer problemas de matemática, relacionados com o tema "futebol"?
Assinala, por ordem de preferência, os três temas que mais gostarias de ver nos problemas de matemática (1.º, 2.º e 3.º). Opções: desporto; redes sociais; ciência e tecnologia; história e geografia; moda, arte e espetáculos; outros.

RESULTADOS

A análise efetuada à informação recolhida é de cariz quantitativo, apresentando-se, seguidamente, os resultados numa tabela e em gráficos (à esquerda expõe-se o resultado relativo à amostra total e à direita estão os resultados divididos por género).

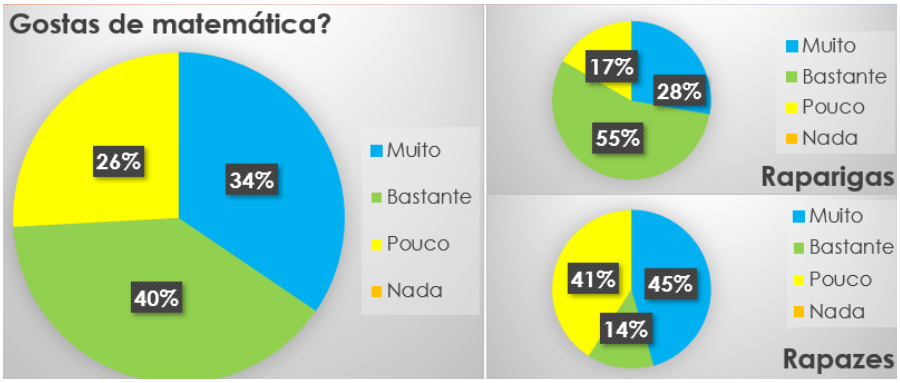


Gráfico 1. "Simpatia" pela matemática

No que respeita à primeira questão, constata-se que a maioria da amostra (74%) gosta bastante de matemática (gráfico 1), embora a percentagem de rapazes que gosta muito de matemática é quase igual à percentagem que gosta pouco.

Saliente-se ainda que nenhum aluno da amostra referiu não gostar nada de matemática. Assim, pode referir-se que a generalidade destes alunos (rapazes e raparigas) gostam bastante de matemática.

Relativamente à questão seguinte: «Consideras importante aprender matemática?», pela informação que o gráfico 2 expõe, nota-se que, distribuindo-se por duas ("muito" e "bastante") das quatro categorias consideradas, todos os alunos da amostra consideraram ser importante aprender matemática.

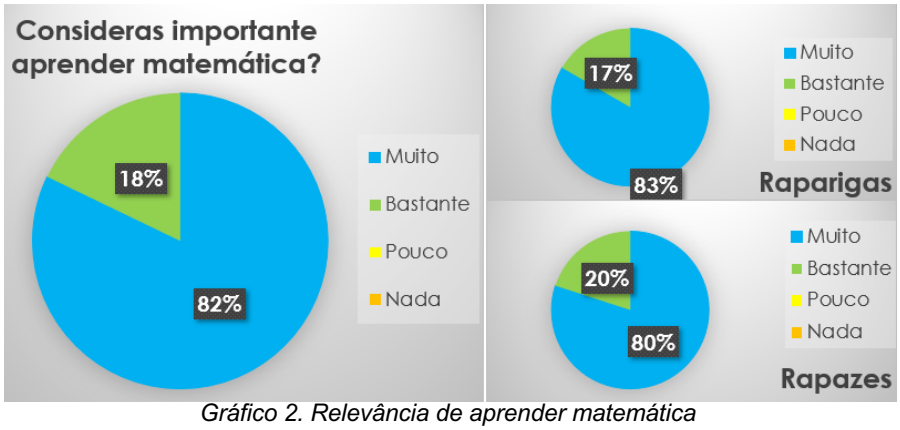


Gráfico 2. Relevância de aprender matemática

Uma quantidade considerável da amostra considera-se bom ou muito bom a matemática (81%) (gráfico 3). No entanto, mais de metade (55%) dos rapazes dizem ser muito bons a matemática e apenas cerca de um quarto das raparigas (28%) pensa dessa forma.

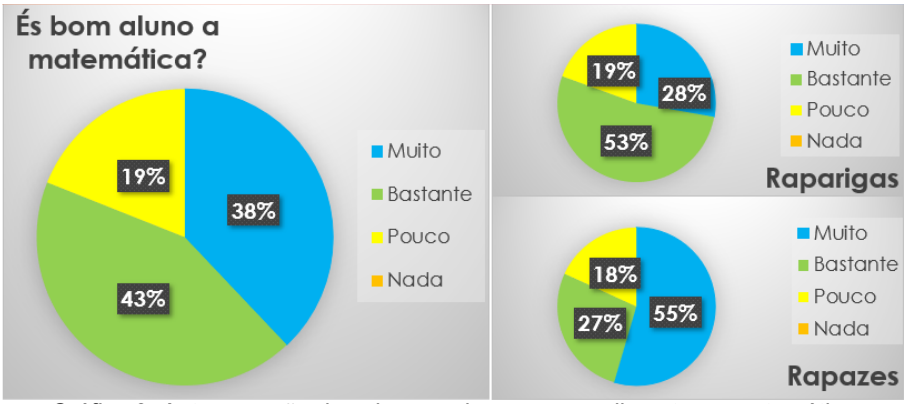


Gráfico 3. Autoperceção dos alunos sobre o seu rendimento na matemática

Quanto à destreza e/ou à vontade que os alunos sentem na resolução de problemas, a maioria dos rapazes (73%) sente-se à vontade na resolução de problemas, sendo uma minoria (18%) os que dizem sentir-se pouco à vontade e muito poucos (9%) os que se sentem nada à vontade (gráfico 4).

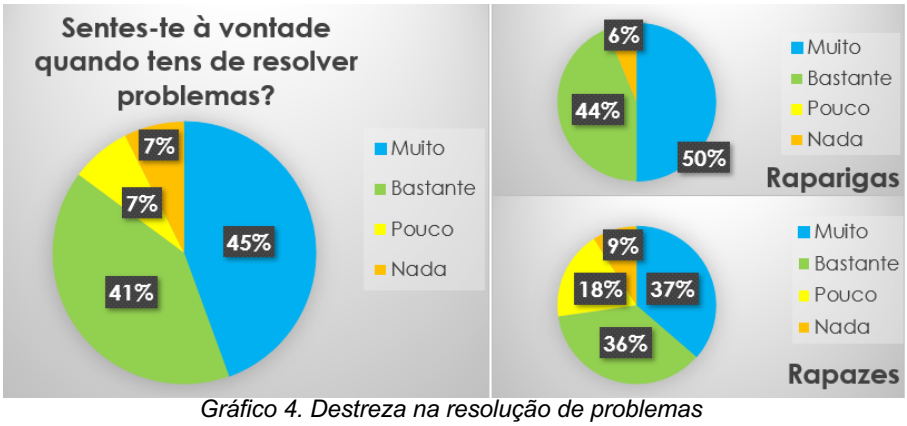


Gráfico 4. Destreza na resolução de problemas

Conforme é visível, ainda pelas informações incluídas no gráfico 4, a quase totalidade das raparigas (94%) sente-se à vontade na resolução de problemas, enquanto que somente um número muito reduzido (6%) não se sente à vontade. Assim, quase todos os alunos desta amostra dizem sentir-se à vontade na resolução de problemas.

Centrando nos dados do gráfico 5, é possível verificar que a generalidade dos rapazes gostou muito da tarefa (82%), mas 4% dizem ter gostado pouco.

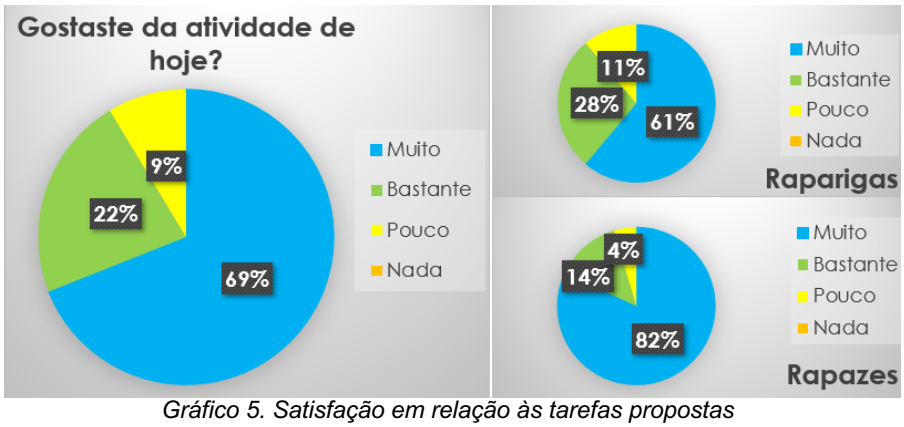


Gráfico 5. Satisfação em relação às tarefas propostas

A maioria das raparigas gostou muito da tarefa (61%), mas 11% gostaram pouco. Note-se ainda que nenhum aluno da amostra referiu não ter gostado nada da tarefa.

A "simpatia" pelo futebol foi maioritária na amostra utilizada (56%), mas sobressaem algumas diferenças quando se consideram os géneros separadamente (gráfico 6).

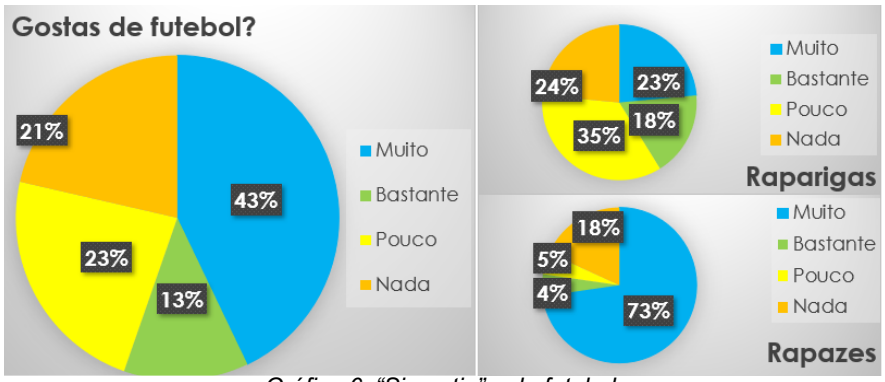


Gráfico 6. "Simpatia" pelo futebol

Por um lado, 73% dos rapazes gosta muito de futebol enquanto 23% gosta pouco ou nada; por outro lado, 23% das raparigas gosta muito de futebol enquanto 59% gosta pouco ou nada. Realce-se que é algo significativa a diferença de opiniões nesta questão, em função do género.

Na questão seguinte (figura 8) pretendeu-se avaliar se os alunos da amostra gostaram de fazer problemas relacionados com o tema de futebol.

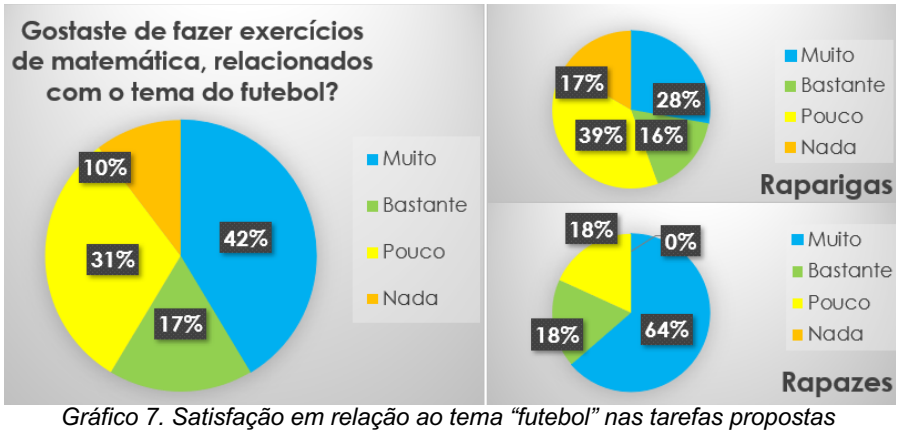


Gráfico 7. Satisfação em relação ao tema "futebol" nas tarefas propostas

Considerando a informação que o gráfico 7 apresenta, obtêm-se as seguintes conclusões: 64% dos rapazes gostou muito de fazer problemas relacionados com futebol enquanto 18% gostou pouco (nenhum rapaz referiu que não gostou nada); 28% das raparigas gostou muito de fazer problemas relacionados com futebol enquanto 58% gostou pouco ou nada. É de realçar que estas respostas estão em consonância com os dados apresentados no gráfico 6 da figura 7, concluindo-se que, nesta amostra, as respostas às perguntas «Gostas de futebol» e «Gostaste de fazer problemas de matemática, relacionados com o tema do futebol?» estão relacionadas.

Quanto à questão das preferências da amostra, verificou-se novamente uma diferença entre géneros (figura 2).

11. Assinala, por ordem de preferência, os três temas que mais gostarias de ver nos problemas de matemática (1º, 2º e 3º)						
Temas	1º Op H	2º Op H	3º Op H	1º Op M	2º Op M	3º Op M
Desporto	6			5	3	2
Redes Sociais	2	3	3	4	5	1
Ciências e Tecnologia		5	3	2	1	7
História, Geografia e Viagens	1		2	1	3	2
Moda, Artes e Espetáculos		2		4	5	1
Outros	2 (PS4)	0	1	2 (volei)		4
Total	**11**	**10**	**9**	**18**	**17**	**17**

Figura 2. Preferências de temas

A maioria dos rapazes preferiu o tema do desporto como primeira opção, enquanto que as raparigas se dividiram, em geral, por três temas: Desporto, Redes Sociais e Moda, Artes e Espetáculos. De facto, mesmo contabilizando o total das duas primeiras opções indicadas pelas raparigas, verifica-se que os três temas mais escolhidos estão muito similares entre si em termos de preferência.

É ainda de salientar que durante esta fase de diagnóstico se observou, em alguns participantes, uma certa transferência do contexto apresentado nos problemas, para situações/casos que lhes eram familiares. Por exemplo, no caso do problema 3, o nome dos jogadores "Cristiano", "André" e "Bernardo" transformaram-se nos conhecidos e famosos jogadores da seleção nacional portuguesa: "Cristiano Ronaldo", "André Silva" e "Bernardo Silva". Para além da oralidade, esta mobilização foi reforçada na parte escrita, em alguns casos (figura 3). Esta familiaridade veio acompanhada de discussão oral, entre alguns participantes, durante a realização da tarefa, quer em termos do próprio futebol, quer em termos dos conteúdos académicos. Embora estes factos não sejam evidências mensuráveis, acabam por mostrar, de forma subjacente, o entusiasmo e a motivação que este contexto surte nos alunos.

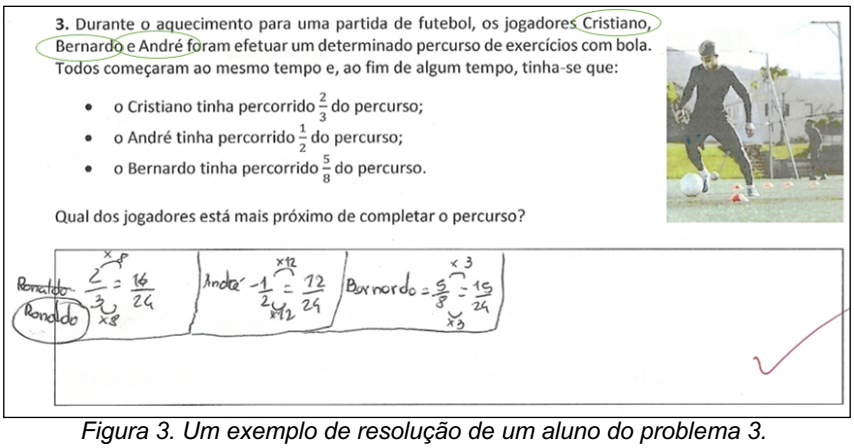


Figura 3. Um exemplo de resolução de um aluno do problema 3.

CONCLUSÕES

As considerações que se seguem dizem respeito, exclusivamente, à fase de diagnóstico do estudo aqui apresentado dado que, como já referido anteriormente, é a única fase do projeto realizada até ao momento. Nesta mesma linha, e dado que a amostra utilizada é reduzida, não sendo ainda significativa em termos quantitativos, pode considerar-se um estudo de caso. Assim, em relação ao objetivo delineado para esta primeira fase do projeto, têm-se as seguintes conclusões, ainda muito gerais e preliminares:

- O futebol foi um tema apreciado na maioria da amostra utilizada;
- Evidenciou-se uma considerável discrepância entre géneros, uma vez que:
  - cerca de três quartos dos rapazes gostam muito de futebol.
  - apenas um quarto das raparigas gosta muito de futebol.
- Os resultados obtidos através da questão "Gostas de futebol" estão consonantes com os resultados da questão "Gostas de fazer problemas de matemática usando o contexto do futebol", o que nos leva a admitir que este contexto (o futebol) pode constituir, de facto, uma mais valia para motivar os alunos na resolução de problemas;
- Todos os alunos da amostra utilizada consideraram importante aprender Matemática.

Por outro lado, dado que a percentagem de alunos que "não gosta de futebol" foi considerável (em particular, nas raparigas), encontra-se em fase de avaliação pelos investigadores se na fase de intervenção se acrescentará, ou não, outros contextos que os alunos consideraram como sendo também da sua preferência, tal como o "desporto" e, dessa forma, ir-se ao encontro de mais um contexto que os alunos privilegiam. Ambas as temáticas – futebol e desporto – não tendo ainda fundamento teórico na literatura da educação matemática, apresentam-se, contudo, como uma opção válida e inovadora, pois são duas áreas do quotidiano dos jovens, podendo constituir, conforme já explicitado na introdução, um ótimo contributo nas aprendizagens. Tal como afirma Ferreira (2013), os estudantes aprendem melhor aquilo de que gostam, sendo a motivação um ponto central no processo de ensino/ aprendizagem.

Acresce o facto de que sendo esta também uma fase de validação de instrumentos de recolha de informação, pode ainda referir-se que se constatou alguma hesitação por parte dos alunos, em relação ao preenchimento dos questionários, concretamente, quanto à ordem de apresentação da escala utilizada. Assim, foi decidido alterar a escala para a fase de intervenção, ficando os níveis da seguinte forma: 1 = nunca; 2 = algumas vezes; 3 = frequentemente; 4 = sempre, dado ser uma escala mais intuitiva para os participantes (vários intervenientes mostraram dúvidas neste ponto). Além disso, decidiu-se acrescentar a opção "Não sei/Não se aplica" uma vez que algumas questões não foram respondidas por todos os alunos.

Assim, parece necessário relacionar /articular a aprendizagem da matemática, neste caso concreto, a resolução de problemas, com contextos que sejam familiares aos alunos (Pinto & Silva, 2018; 2019), de modo que possam desenvolver competências que lhes permitam resolvê-los de forma mais apelativa e, por conseguinte, mais produtiva concetualmente. As

aprendizagens terão mais probabilidade de ser bem-sucedidas se as situações problemáticas apresentadas forem contextualizadas (Kato & Kawasaki, 2011; Morgado & Mendes, 2012) e tiverem a ver com situações do dia-a-dia. Por outro lado, os alunos poderão tomar consciência da presença e da aplicabilidade da matemática na vida humana, ficar mais motivados para a aprendizagem (Ponte & Quaresma, 2012), e realizar aprendizagens mais integradoras e úteis para o quotidiano.

Deste modo, a escola estará a cumprir a missão de formar cidadãos cientificamente cultos, capazes de compreenderem e preservarem o mundo que os rodeia.

Nesta linha de pensamento, uma última nota digna de realce é o facto de a Federação Portuguesa de Futebol ter publicado em 2018, em parceria com a Sociedade Portuguesa de Matemática, um livro de problemas de matemática que distribui em várias iniciativas (figura 11). Igualmente relevante referir o evento promovido pela Federação Romena de Futebol, em 2016 (Bieler, 2016), no qual os números das camisolas dos jogadores foram substituídos por expressões numéricas (figura 4). Estas duas iniciativas acabam por demonstrar que as instituições ligadas ao futebol assumem, de certa forma, uma responsabilidade social importante, ao contribuir para a educação plena dos jovens atuais (Federação Portuguesa de Futebol, 2019), valorizando o sucesso das aprendizagens em áreas como a matemática que se encontram fora do seu tradicional raio de ação.

Figura 4. Eventos recentes onde instituições ligadas ao futebol incentivam o gosto pela Matemática.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo CIDMA - Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações e pela FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto UID/MAT/ 04106/2019.

Este trabalho foi, ainda, financiado por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, IP, no âmbito do projeto UID/Multi/04587/2019.

REFERÊNCIAS

Bieler, D. (2016). *Romania's soccer team puts math problems instead of player numbers on jerseys*. Retrieved from https://tinyurl.com/uq7p9vu

Cortesão, L. (2012). Professor: produtor e/ ou tradutor de conhecimentos? trabalhando no contexto do arco-íris sociocultural da sala de aula. *Educação & Realidade, 3*, 723-739.

Crato, N. (2006). *O "Eduquês" em discurso directo*. Lisboa: Gradiva.

Dumas-Carré, A. & Goffard, M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique: concepts et démarches*. Paris: Armand Colin.

Esteves, E. & Leite, L. (2006). Problemas, educação em física e educação para a cidadania. *Boletín das Ciencias, 19*(61), 159-160.

Federação Portuguesa de Futebol. (2019). *Responsabilidade social*. Retrieved from https://tinyurl.com/vf8tn5f

Ferreira, M. (2013). *Jogos Matemáticos e Matemática Elementar* (Tese de doutoramento, Instituto de Educação da Universidade do Minho, Braga, Portugal). Retirado de https://tinyurl.com/wg88ubl

Gilbert, J. (2006). On the nature of «Context» in chemical education. *International Journal of Science Education*, *28*(9), 957-976.

Gilbert, J. (2014). Science education through contexts: Is it worth the effort? In M. Watts (Ed.) *Debates in science education* (pp. 145-157). Oxon, New York: Routledge.

Kato, D., & Kawasaki, C. (2011). Concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, *17*(1), 35-50.

Leite, C., Fernandes, P., & Mouraz, A. (2011). Contextualização curricular: Princípios e práticas. *Revista Interações*, *22*, 1-5

Martins, O.; Gomes, C; Brocardo, J.; Pedroso, J.; et al. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Retrieved from https://tinyurl.com/yyhl58ot

Ministério da Educação (2018). *Decreto-Lei nº 54/2018:* Currículo dos ensinos básicos e secundário, os princípios orientadores da sua conceção, operacionalização e avaliação das aprendizagens. Lisboa: DGE. Retrieved from https://tinyurl.com/t77mqcn

Ministério da Educação (2018). *Decreto-Lei nº 55/2018:* Currículo dos ensinos básicos e secundário, os princípios orientadores da sua conceção, operacionalização e avaliação das aprendizagens. Lisboa: DGE. Retrieved from https://tinyurl.com/rv3ong2

Morgado, J., & Mendes, B. (2012). Discursos políticos sobre educação em Portugal: existe lugar para contextualizar? *Revista Interações*, *22*, 34-61.

Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Palm, T. (2009). Theory of authentic task situations. In L. Verschaffel, B. Greer, W. Van Dooren & S. Mukhopadhyay (Eds.), *Words and worlds: Modeling verbal descriptions of situations* (pp. 3-19). Rotterdam: Sense.

Pinto, H., & Silva, C. (2018). *Contas de cabeça: 50 desafios matemáticos de futebol*. Lisboa: Federação Portuguesa de Futebol.

Pinto, H., & Silva, C. (2019). "Contas de Cabeça" – a book of mathematical riddles edited by the Portuguese Football Federation. In J. N. Silva (ed.), *Proceedings Recreational Mathematics Colloquium VI* (pp. 69-81). Lisboa: Associação Ludus.

Ponte, J. (2003). O ensino da Matemática em Portugal: Uma prioridade educativa? In *O ensino da Matemática: Situação e perspectivas* (pp. 21-56). Lisboa: Conselho Nacional de Educação

Ponte, J. P., & Quaresma, M. (2012). O papel do contexto nas tarefas matemáticas. *Interacções*, *22*, 196-216.

Puig, N., & Carvajal, I. (2015). La educación científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y Ciencia, 469*, 31-39.

LEVANTAMENTO SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS PELOS ALUNOS DO ENSINO BÁSICO PARA MOBILIZAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS

Elisabete Peixoto[1], Luís Pedro[1], Rui Vieira[2]

[1]Universidade de Aveiro, DigiMedia - Digital Media and Interaction Research Center (PORTUGAL)
[2]Universidade de Aveiro, CIDTFF - Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (PORTUGAL)
empeixoto@ua.pt

Resumo

Este artigo baseia-se numa investigação atualmente em desenvolvimento acerca da utilização do *transmedia* para a abordagem ao estudo das utilizações que o Homem faz das rochas no quotidiano, tema que faz parte da disciplina de Ciências Naturais dos 5.º e 7.º anos de escolaridade. Com este objetivo em mente foi criada uma narrativa *transmedia* que acompanha os alunos na realização de um conjunto de tarefas para, no final, à semelhança do personagem principal da narrativa, conseguirem construir um *puzzle* online na plataforma SAPO Campus. A investigação enquadra-se na linha de investigação investigação-ação, uma vez que é um processo cíclico e reflexivo, e o desenvolvimento das atividades inclui-se na metodologia *design-based research*, uma vez que envolve a conceção, implementação e avaliação de um conjunto de atividades *transmedia*. De modo a adequar as atividades à realidade dos alunos foi realizado um questionário acerca da utilização que os jovens fazem das tecnologias digitais. Este questionário foi aplicado numa escola de Aveiro, a 98 alunos dos 7.º e 5.º anos de escolaridade, uma vez que se pretendia desenvolver atividades para ambos os níveis de escolaridade. Os resultados obtidos evidenciam que os alunos referem possuir bons conhecimentos relativamente às tecnologias digitais, referindo usá-las todos ou quase todos os dias, embora não tenham mobilizado esses conhecimentos durante esta investigação, situação que foi mais marcante com os alunos do 7º ano de escolaridade.

Palavras-chave: utilização das TIC; *transmedia storytelling*; educação em geociências; tecnologias digitais.

ENQUADRAMENTO

O estudo aqui apresentado faz parte de uma investigação de doutoramento atualmente em curso na Universidade de Aveiro sobre a utilização do *transmedia* no ensino das Geociências. Esta investigação pretende desenvolver um conjunto de atividades *transmedia* destinadas ao estudo de um dos temas preconizado pelo documento das *Aprendizagens Essenciais* (Ministério da Educação, 2018a, 2018b) da disciplina de Ciências Naturais dos 5.º e 7.º anos de escolaridade. As atividades desenvolvidas referem-se ao estudo do uso que o Ser Humano faz das rochas no dia a dia e o seu desenvolvimento baseou-se na aplicação do *transmedia storytelling* e na perspetiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). As atividades estão enquadradas numa narrativa sobre a história de uma menina que se mudou recentemente para a cidade de Aveiro e que, para a conhecer, está a completar um *puzzle* online na plataforma SAPO Campus (SC). À semelhança da menina protagonista da história, pretende-se que os alunos construam o referido *puzzle* necessitando, para tal, de recolher informações sob a forma de fotos e registos escritos durante uma saída de campo (Orion, 1993).

Jenkins (2003) definiu *transmedia storytelling* como um processo em que os elementos de uma narrativa estão dispersos em vários *media* de modo a criar uma experiência coordenada. Segundo este autor, cada parte de uma narrativa existe num determinado *media* e cada fragmento contribui de forma distinta e válida para o todo. A utilização do *transmedia storytelling* na educação baseia-se na utilização da Internet e de outros meios, incluindo os ambientes digitais, uma vez que estes se caracterizam pela interatividade e participação (Kalogeras, 2014). No entanto, as manifestações de participação e interação podem ir além de ambientes/suportes de mediação. O *transmedia* pode utilizar múltiplas plataformas incluindo tecnologias digitais

como, por exemplo, filmes, jogos, simulações, vídeos, *podcasts*, programas de televisão, ferramentas da web 2.0, correio eletrónico, computadores, *tablets* e telemóveis mas, para além destes, utiliza meios mais tradicionais como livros, revistas, rádio, banda desenhada, brinquedos e jornais (Alper & Herr-Stephenson, 2013; Costa & Branco, 2013; Warren, Wakefield, & Mills, 2013). Pode ainda incluir *live events* ou saídas de campo, como é o caso do presente estudo, em que a realização das atividades pelos alunos implica a utilização das tecnologias digitais e coloca-os em contacto com esta temática no ambiente envolvente da escola.

De forma geral, a orientação CTS pretende promover o conhecimento científico, o desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores para a abordagem de questões socialmente relevantes que envolvem a ciência e a tecnologia (Martins, 2002; Vieira, Tenreiro-Vieira, & Martins 2011) e, consequentemente, o desenvolvimento da literacia científica e tecnológica (Vieira et al., 2011). A educação CTS caracteriza-se, de acordo com autores como os últimos citados, pela: (i) utilização de temas sociais que envolvem a ciência e a tecnologia e que são importantes na atualidade; (ii) identificação, exploração e resolução de problemas, questões ou situações-problema com interesse pessoal, local e global, que podem suscitar o interesse dos alunos e, consequentemente, propiciar o desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes acerca da ciência, da tecnologia e das suas interações com a sociedade, evidenciando-as como atividades humanas; (iii) procura ativa de informação por parte do aluno, de forma a utilizá-la para resolver o problema com que se está a defrontar; e (iv) abordagem de problemas, questões ou situações-problema num contexto interdisciplinar, devido à importância de recolher informação de diferentes disciplinas que permitam ultrapassar a fragmentação muitas vezes associada aos saberes disciplinares.

Devido à adequação da implementação das atividades às atividades letivas foi necessário dividir aquelas em três fases: antes da saída de campo, saída de campo e depois da saída de campo (Orion, 1993), sendo que esta última envolve a construção do referido *puzzle* utilizando a plataforma SAPO Campus (SC).

O SAPO Campus (SC) é uma plataforma integrada de serviços e ferramentas web 2.0 que permite a publicação e partilha de conteúdos e fontes de informação. O SC é uma plataforma aberta, de acesso livre e gratuito (Santos, Pedro, & Almeida, 2012), em que os utilizadores pertencentes à mesma instituição, quer sejam alunos ou professores, têm os mesmos privilégios e responsabilidades e acedem ao mesmo tipo de serviços e conteúdo. Em cada instituição escolar existe um administrador responsável pelas definições de privacidade e segurança, uma vez que se trata de uma plataforma utilizada por jovens em idade escolar. O SC permite a partilha, de forma segura, de diversos tipos de conteúdo como, por exemplo, fotos, vídeos, estados, hiperligações e comentários. Por outro lado, o utilizador pode aceder à informação de quem publicou e partilhou um dado conteúdo, desde que as definições de privacidade o permitam (Santos et al., 2012).

Esta investigação envolve o desenvolvimento (conceção, produção, implementação e avaliação) de um conjunto de atividades *transmedia* para o estudo da utilização que o Ser Humano faz das rochas no quotidiano. Após a realização de um estudo-piloto no 7.º ano de escolaridade no ano letivo 2017/2018, a investigação foi conduzida, no ano letivo 2018/2019, com alunos do 5.º ano de escolaridade, dado que se pretendem também desenvolver atividades para este nível de ensino. Neste sentido, uma das fases deste trabalho envolveu a elaboração e aplicação de um questionário, sobre utilização das tecnologias digitais, a alunos de uma escola de Aveiro dos referidos níveis de escolaridade. Com este questionário pretendia-se recolher informação sobre a posse e utilização de dispositivos digitais e de serviços e ferramentas da web social e saber se existiam alunos com ligação à Internet via dados móveis, devido à sua utilização durante a referida saída de campo, ou se os alunos conheciam a plataforma *S*C.

METODOLOGIA

A investigação aqui apresentada assenta na linha de investigação investigação-ação, dado que envolve um processo cíclico e reflexivo, e o processo de desenvolvimento das atividades *transmedia* enquadra-se no *design-based research*.

A investigação-ação (I-A) pretende compreender e melhorar a prática educativa, centra-se na reflexão crítica e baseia-se num processo em espiral, interativo e focado num dado problema. Assim, é uma metodologia de investigação prática e aplicada (Coutinho et al., 2009). A I-A é

caracterizada por um conjunto de fases, que se desenvolvem de forma contínua, e que constituem a base do seu carácter cíclico. Na I-A pode considerar-se a sequência: planificação, ação, observação (avaliação) e reflexão. Este conjunto de fases dá início a um novo ciclo que desencadeia a ação reflexiva. No entanto, um processo de I-A não se limita a um único ciclo. A sequência de fases repete-se ao longo do tempo de forma a explorar e analisar todo o conjunto de interações decorridas e não deixando de lado desvios provocados por razões exógenas, mas que também têm de ser tidos em conta para poder reajustar a investigação (Coutinho et al., 2009; McNiff & Whitehead, 2002).

O *design-based research* (DBR) caracteriza-se pelo estabelecimento, de forma iterativa, de uma ligação entre a investigação em educação e os problemas provenientes de contextos reais, sendo um processo de investigação rigoroso e reflexivo (Costa, Viana, Trés, Gonçalves, & Cruz, 2017). Assim, é colocado ênfase num processo de investigação que não se limita a avaliar um protótipo ou uma intervenção inovadora, mas que tenta sistematicamente redefini-lo (Amiel & Reeves, 2008). O teste iterativo envolve o teste de versões sucessivas do protótipo, com níveis de fidelidade cada vez maiores (Easterday et al., 2014). Estas fases não decorrem em sequência linear, uma vez que em vez de conceber toda a intervenção e só no final descobrir que ela não funciona, o desenho iterativo envolve a construção de protótipos, o seu teste e redesenho (Easterday et al., 2014).

As características do DBR incluem (Anderson & Shattuck, 2012; Barab & Squire, 2004): (i) situa-se num contexto educativo real, o que confere validade à investigação e assegura que os dados podem ser usados de forma eficaz para melhorar práticas, pelo menos, naquele contexto; (ii) foca-se no desenho e teste de uma intervenção, que se baseia na literatura e em práticas relevantes em outros contextos e é desenhada especificamente para ultrapassar um problema ou criar uma melhoria nas práticas, sendo que a intervenção pode ser uma atividade de aprendizagem, um tipo de avaliação ou uma intervenção tecnológica; e (iii) utiliza metodologias mistas, usando uma variedade de técnicas e ferramentas de investigação.

Para Coutinho (2006) este tipo de metodologias enquadram-se na metodologia mista, porque constituem uma investigação que se reporta a problemas reais, como o caso do desenvolvimento de protótipos educativos em que são formuladas, de forma contínua e integrada, atividades de conceção, implementação e reajustamento.

A conceção e desenvolvimento das atividades *transmedia* requeria a caracterização acerca da utilização das tecnologias digitais pelos alunos intervenientes neste estudo, o que foi conseguido com a elaboração e implementação de um questionário. O questionário foi elaborado tendo por base instrumentos existentes e validados (Alves, 2015; Lopes, 2012), tendo sido adaptado aos objetivos desta investigação. Com este questionário pretendia-se recolher informação sobre a posse e utilização de dispositivos digitais e de serviços e ferramentas da web social. Pretendia-se, também, saber se existiam alunos com ligação à Internet via dados móveis, devido à sua utilização durante uma saída de campo, e se os alunos conheciam a plataforma digital SC.

RESULTADOS

Os dados recolhidos no questionário acerca das tecnologias digitais, preenchido pelos alunos no início da implementação desta investigação, foram tratados usando a ferramenta informática Excel e organizados em tabelas de frequência, em valores absolutos, a partir das quais foi elaborada a análise descritiva que se apresentará seguidamente.

No total foram recolhidos dados de 98 alunos, com idades compreendidas entre 8 e 13 anos. Da totalidade de alunos que participaram no estudo, cinquenta e cinco eram do sexo feminino e quarenta e dois do sexo masculino.

Os alunos participantes nesta investigação referiram, na sua maioria, possuir telemóvel e/ou *tablet* (Fig. 1 e Fig. 2).

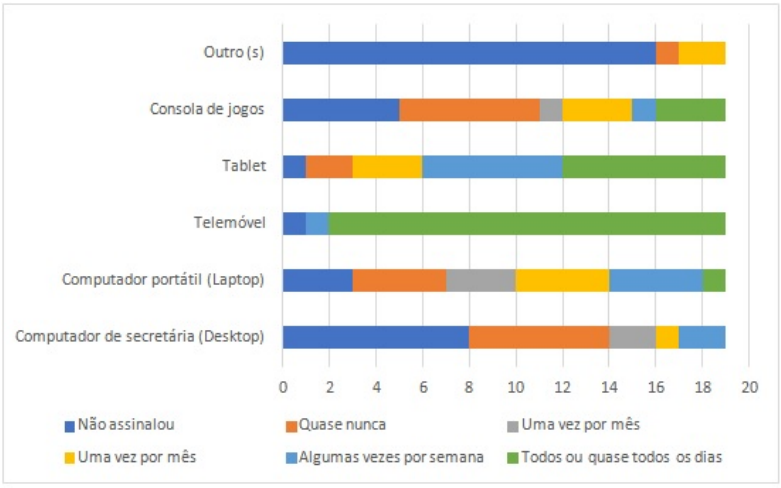


Figura 7.Frequência de uso de dispositivos digitais pelos alunos do 7.º ano de escolaridade.

Além destes dispositivos, os alunos do 5.º ano de escolaridade (Fig. 2) referiram também possuir computador portátil.

Em ambos os grupos, o dispositivo digital privilegiado é o telemóvel, que os alunos referiram utilizar todos ou quase todos os dias para uso pessoal.

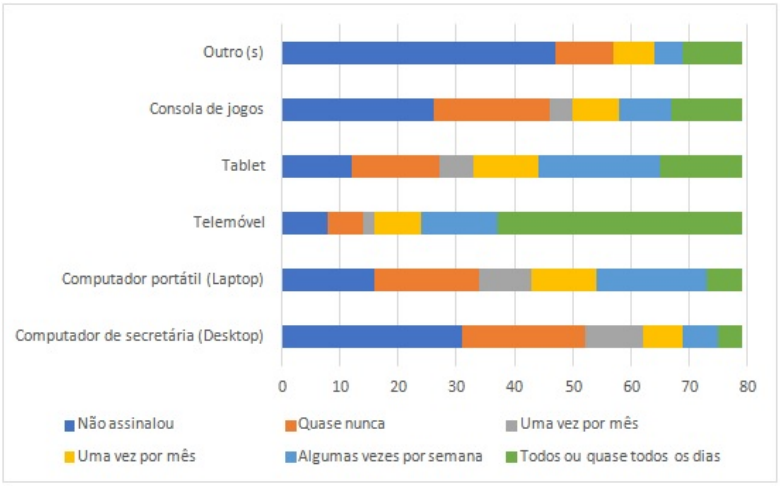


Figura 8. Frequência de uso de dispositivos digitais pelos alunos do 5.º ano de escolaridade.

No que diz respeito aos locais em que os alunos usam dispositivos digitais predomina o uso em casa, em ambos os grupos de alunos.

Quando questionados acerca do nível de conhecimentos que possuíam sobre aplicações ou serviços da web social, os alunos de ambos os anos de escolaridade referiram possuir bons conhecimentos acerca de ferramentas de partilha de vídeo, comunicação por *chat* ou videoconferência e participação em comunidades ou redes sociais. Por outro lado, os alunos referiram ter conhecimentos "inexistentes" relativamente a ferramentas de trabalho colaborativo, blogues e plataforma SAPO Campus. Por seu lado, os alunos do 7.º ano de escolaridade (Fig. 3), ao contrário dos restantes alunos, referiram ter bons conhecimentos sobre pesquisa na Internet, ferramentas do *Office*, email e wikis.

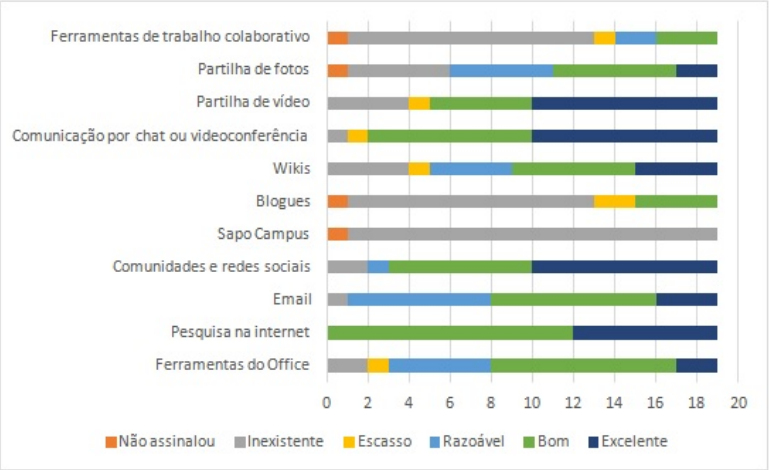


Figura 9. Nível de conhecimentos dos alunos do 7.º ano de escolaridade sobre aplicações ou serviços da web social.

Os alunos do 5.º ano de escolaridade (Fig. 4) referem ainda não possuir conhecimentos sobre partilha de fotos.

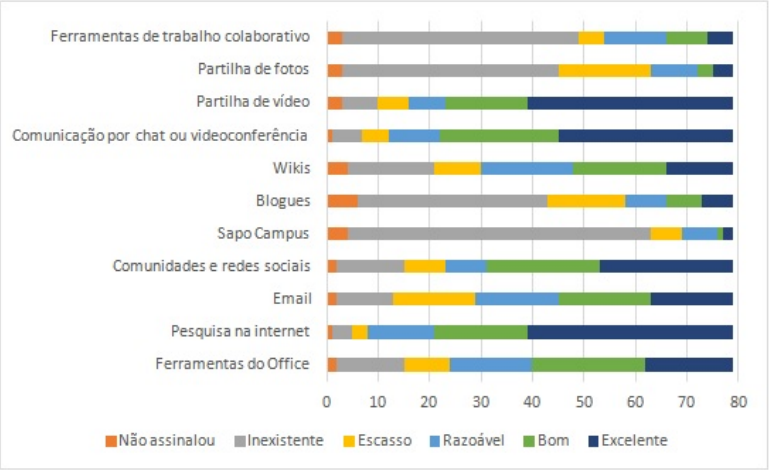


Figura 10. Nível de conhecimentos dos alunos do 5.º ano de escolaridade sobre aplicações ou serviços da web social.

No que diz respeito à frequência de utilização de aplicações ou serviços da web social, predomina, nos alunos do 7.º ano de escolaridade, o uso de ferramentas de comunicação por *chat* ou videoconferência, partilha de vídeo e comunidades e redes sociais. Por seu lado, entre os alunos do 5.º ano de escolaridade predomina a ausência de uso de ferramentas de trabalho colaborativo, partilha de fotos, plataforma SAPO Campus e blogues. Estas ferramentas também não são usadas pelos alunos do 7.º ano de escolaridade, mas neste grupo de alunos são mais os que usam algumas ferramentas do que aqueles que não usam ferramentas, sendo este último caso o mais encontrado nos alunos do 5.º ano de escolaridade. Esta é uma categoria em que existem diferenças consideráveis entre os alunos dos dois grupos analisados, o que pode ser explicado pelo facto de os alunos do 5.º ano de escolaridade utilizarem a Internet de forma menos frequente. No que diz respeito ao tempo que os alunos passam em dispositivos ligados à internet verifica-se que predomina o item “mais de três horas” nos alunos do 7.º ano de escolaridade e “menos de uma hora” nos alunos do 5.º ano de escolaridade, sendo que mais de metade dos alunos deste grupo não assinalam passar tempo na Internet.

Os alunos participantes neste estudo possuem dispositivos digitais que, de forma geral, possuem ligação à Internet, predominando no telemóvel a coexistência de ligação por *wifi* e dados móveis. Neste item não existem diferenças consideráveis entre os alunos dos diferentes anos de escolaridade.

Os alunos participantes nesta investigação, quando questionados acerca das atividades realizadas em dispositivos ligados à Internet, preferem ver vídeos, ouvir música e usar programas de mensagens instantâneas. Os alunos do 7.º ano de escolaridade também referiram participar em redes sociais (Fig. 5).

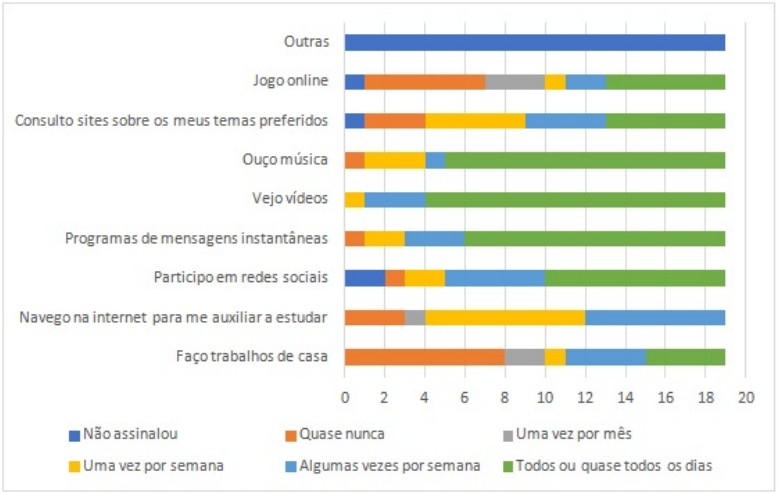


Figura 11. Atividades realizadas pelos alunos do 7.º ano de escolaridade em dispositivos ligados à Internet.

Os alunos do 5.º ano de escolaridade (Fig. 6) referiram também fazer trabalhos de casa. Estas atividades são realizadas pelos alunos todos ou quase todos os dias.

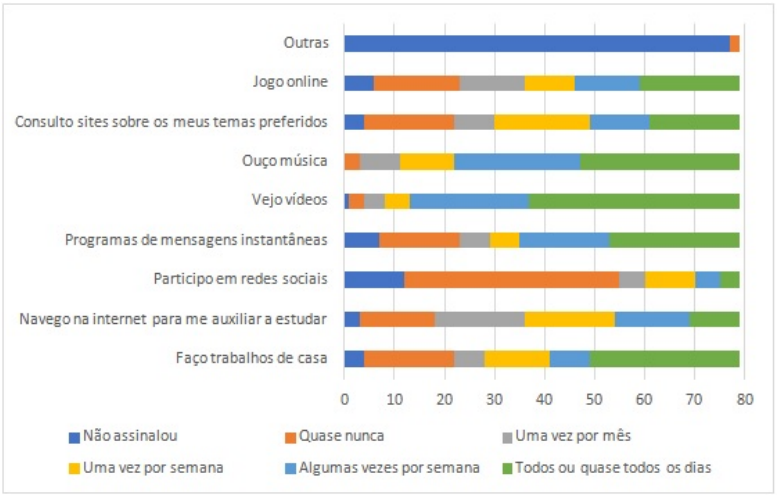


Figura 12. Atividades realizadas pelos alunos do 5.º ano de escolaridade em dispositivos ligados à Internet.

É de referir que cerca de metade dos alunos do 7.º ano de escolaridade diz não usar a Internet para fazer trabalhos de casa e existe um grande número de alunos que a usa pontualmente para fazer trabalhos escolares. Por seu lado, os alunos do 5.º ano de escolaridade referiram, em grande número, apenas usar pontualmente a Internet para participar em redes sociais, consultar sites sobre os temas preferidos e jogar online. Assim, verificou-se que existem algumas diferenças nas atividades preferidas pelos alunos. Geralmente, os alunos preferem ver vídeos, ouvir música e usar programas de mensagens instantâneas, sendo que são poucos os que utilizam a Internet para realizar atividades escolares, embora esse número seja superior nos alunos do 7.º ano de escolaridade.

Relativamente à existência de contas em redes sociais, os alunos do 7.º ano de escolaridade possuem, em grande parte, conta nas redes sociais *Facebook* e *Instagram*. Mas a esmagadora maioria dos alunos do 5.º ano de escolaridade não possui qualquer conta nas redes sociais.

No que diz respeito à plataforma SAPO Campus verificou-se que existia, em ambos os grupos de alunos, um número muito reduzido de alunos que tinha conta nesta plataforma. Os alunos que a possuem referiram usá-la apenas porque está associada à escola, considerarem que é fácil de usar ou porque os amigos também são utilizadores.

CONCLUSÕES

Além de saber se os alunos dispunham de dispositivos tecnológicos com ligação à Internet, pretendia-se perceber se as práticas digitais dos alunos intervenientes neste estudo são coincidentes com os resultados obtidos por outros investigadores, como Pereira e seus colaboradores (2018) ou a equipa de Amaral (2017), relativamente a este assunto.

Os dados recolhidos permitiram verificar que existe alguma concordância com os dados de outras investigações, nomeadamente no que diz respeito ao dispositivo digital privilegiado, que é o telemóvel em ambos os grupos de alunos, e que os alunos referiram usar todos ou quase todos os dias. Este facto está de acordo com o obtido em outras investigações (Pereira et al., 2018). Por outro lado, as competências relacionadas com a navegação são aquelas que os alunos mais realizam, o que também está de acordo com outras investigações (Pereira et al., 2018; Amaral et al., 2017).

Apesar de os alunos referirem possuir dispositivos digitais e consumir *media* de forma significativa não participaram na fase do estudo destinada à utilização da plataforma SC, pelo que se torna pertinente, na próxima fase da investigação, reconhecer quais as razões que levaram àquele abandono.

REFERÊNCIAS

Alper, M., & Herr-Stephenson, R. (2013). Transmedia play: literacy across media. *Journal of Media Literacy Education*, *5*(2), 366–369.

Alves, S. M. C. S. (2015). *Participação parental – papel da web social numa comunidade educativa com surdos*. (Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Portugal). Disponível em http://hdl.handle.net/10773/15561

Amaral, I., Lopes, P., Quintas, C., & Reis, B. (2017). The millennial generation: A study on digital consumption of Portuguese youth. In L. G. Chova, A. L. Martínez & I. C. Torres (Eds.), *INTED2017 Proceedings* (pp. 4820–4828). Valencia: IATED Academy. doi:10.21125/inted.2017.1125

Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. *Educational Technology & Society*, *11*(4), 29–40. doi:10.1590/S0325A00752011000100012

Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: a decade of progress in education research? *Educational Researcher*, *41*(1), 16–25. doi:10.3102/0013189X11428813

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground, *The Journal of the Learning Sciences, 13*(1), 1–14.

Costa, F. A., & Branco, E. (2013). Narrativas transmédia: Criação de novos cenários educativos. In M. J. Gomes, A. J. Osório, A. Ramos & B. D. da Silva (Eds.), *Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar, learning anytime and anywhere – Atas da VIII Conferência Internacional de TIC na Educação.* (pp. 1275–1284). Braga: Universidade do Minho.

Costa, F. A., Viana, J., Trés, T., Gonçalves, C., & Cruz, E. (2017). Desenho de atividades de aprendizagem baseado no conceito de aprender com tecnologias. In M. J. Gomes, A. J. Osório & A. L. Valente (Eds.), *Atas da X Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação – Challenges 2017* (pp. 407–423). Braga: Universidade do Minho.

Coutinho, C. P. (2006). Aspectos metodológicos da investigação em tecnologia educativa em Portugal (1985-2000). In A. Estrela et al *(org.) Para um Balanço da Investigação em Educação de 1960 a 2005. Teorias e Práticas: Atas do XIV Colóquio da AFIRSE* (pp. 1–

12). Lisboa: Universidade de Lisboa.

Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-ação: Metodologia preferencial nas práticas educativas. *Psicologia, Educação e Cultura*, *XIII*(2), 455-479.

Easterday, M. W., Lewis, D. R., & Gerber, E. (2014). Design-based research process: Problems, phases, and applications. *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*, 317–324. doi:10.1007/978-3-540-73283-9

Jenkins, H. (2003). *Transmedia storytelling*. Retrieved from https://tinyurl.com/oess6w

Kalogeras, S. (2014). *Transmedia storytelling and the new era of media convergence in higher education*. London: Palgrave Macmillan.

Lopes, S. M. F. (2012). *Web 2.0, PC e EFA: Impactes de uma oficina de formação de professores*. (Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Portugal). Retirado de http://hdl.handle.net/10773/10168

Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, *1*(1), 28–39.

McNiff, J., & Whitehead, J. (2002). *Action research. Principles and practice*. New York: Routledge Falmer.

Ministério da Educação. (2018a). *Aprendizagens Essenciais - Ciências Naturais - 5.º ano - 2.º ciclo do ensino básico*. Disponível em http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico

Ministério da Educação. (2018b). *Aprendizagens Essenciais - Ciências Naturais - 7.º ano - 3.º ciclo do ensino básico*. Disponível em http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico

Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, *93*(6), 325–331. doi:10.1111/j.1949-8594.1993.tb12254.x

Pereira, S., Moura, P., Masanet, M., Taddeo, G., & Tirocchi, S. (2018). Media uses and production practices: Case study with teens from Portugal, Spain and Italy. *Comunicación y Sociedad*, *33*, 89-114.

Santos, C., Pedro, L., & Almeida, S. (2012). Promover a comunicação e partilha em ambientes pessoais de aprendizagem: o caso do SAPO Campus. *Indagatio Didactica*, *4*(3), 65–91.

Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS: Atividades para o ensino básico*. Porto: Areal Editores.

Warren, S. J., Wakefield, J. S., & Mills, L. A. (2013). Learning and teaching as communicative actions: Transmedia storytelling. In L. A. Wankel & P. Blessinger (Eds.), *Cutting edge technologies in higher education* (vol. 6F) (pp. 67–94). Bingley: Emerald Group Publishing Limited.

BRINCAR COM VAN GOGH E LEONARDO DA VINCI: ARTICULAR A ARTE COM AS CIÊNCIAS NO PRÉ-ESCOLAR

Sara Alves, Ana Peixoto

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (PORTUGAL)
anapeixoto@ese.ipvc.pt

Resumo

A criança é detentora de uma curiosidade inata que a leva a explorar o mundo que a rodeia na tentativa de o compreender e de lhe atribuir sentido e significado. Quando brinca de forma intencional ou acompanhada pelo adulto, a criança vai estruturando a sua curiosidade, as suas aprendizagens e o seu desejo de saber mais sobre o mundo. Para Kishimoto (2008) brincar deve ser a atividade principal no dia-a-dia da criança, pois permite-lhe tomar decisões, expressar valores e sentimentos, conhecer-se a si e aos outros, o mundo que a rodeia, praticar ações prazerosas, partilhar, reconhecer a sua individualidade e identidade por via de diferentes linguagens, utilizar o corpo, os sentidos, para criar e solucionar problemas. A arte possui características, de conduzir a criança a relacionar-se com o mundo e a encontrar prazer através de diferentes formas de expressão (Bourriaud, 2009).

O estudo foi desenvolvido com 21 crianças com quatro anos de idade e pretendeu responder a duas questões: "Como articular, de forma criativa e em contexto pré-escolar, as ciências e as artes visuais?" e "Pode a arte contribuir para a aprendizagem de conceitos das ciências?". Para o efeito foram delineados quatro objetivos de investigação: estimular através do brincar e das artes visuais, a aprendizagem de conceitos de ciências; fomentar a aprendizagem das ciências pela criatividade; avaliar a aprendizagem de conceitos de ciências através das artes visuais e avaliar a pertinência da articulação entre as ciências e as artes visuais.

Adotou-se uma metodologia de natureza qualitativa, apoiada num desenho de estudo de caso. A recolha de dados foi efetuada no jardim-de-infância da rede pública. Foram utilizados diferentes instrumentos e técnicas de recolha de dados: registos audiovisuais e das crianças e inquéritos por entrevista a cada criança. Foram também desenvolvidas 16 atividades que articularam conceitos das ciências com as artes visuais. Nesta comunicação apenas serão evidenciadas as atividades relacionadas com Van Gogh e Leonardo da Vinci.

Os resultados revelam que nas atividades relacionadas com Van Gogh, a partir da sua obra os doze girassóis numa jarra, as crianças analisaram a obra de arte, tendo efetuado técnicas de cromatografia, que permitiram desenvolver uma outra atividade "vamos recriar Van Gogh", efetuando a composição e decomposição da cor. Foram construídos brinquedos com ciência: discos de newton e bolas "mistura cor". As crianças aprenderam conceitos de ciências articulando as artes, revelando prazer nessa aprendizagem e envolvendo-se, através do brincar, em momentos interdisciplinares. Realizaram a sementeira e acompanharam a germinação, criavam expectativas, mostravam o desejo de observar e a necessidade de registar o que ia acontecendo ao longo das semanas no crescimento dos girassóis. Nas atividades relacionadas com Leonardo da Vinci os resultados apontam para o efeito surpresa criado por todos os instrumentos, nomeadamente as suas invenções. As crianças gostaram de construir os paraquedas, de fazer jogos com um paraquedas real, construir helicópteros de papel e recriar a obra a Mona lisa.

As conclusões apontam para as potencialidades da articulação de duas áreas do saber, salientando o envolvimento em atividades práticas onde as crianças tiveram uma participação ativa assumindo o papel de observadores, manipuladores, criadores e inventores a fim de adquirir novas aprendizagens, revelando-se o brincar como grande potencial para a promoção destes saberes.

Palavras-chave: ciências; pré-escolar; brincar; artes visuais; criatividade

INTRODUÇÃO

Interligar as ciências com a arte, garantir um ambiente de partilha e de relação comunicativa entre o educador e a criança, fomentando o respeito pelos seus interesses e necessidades, incentivar à descoberta e às experiências em que a criança possa ter êxito, foram entre outras, algumas das preocupações levadas a cabo na problemática em estudo. Para Tompkins (1996) as crianças aprendem mais quando são encorajadas a explorarem, a interagirem, a serem criativas, a seguirem os seus próprios interesses e a brincarem. A criança é detentora de uma curiosidade inata para explorar o mundo que a rodeia e, desde muito cedo, tenta compreendê-lo e atribuir-lhe sentido e significado (Peixoto, 2008). Quando brinca de forma deliberada e acompanhada pelo adulto, a criança vai estruturando a sua curiosidade, as suas aprendizagens e o desejo de saber mais sobre o mundo (Peixoto, 2018). A aprendizagem das ciências, nos primeiros anos, deve ser prática e motivadora, procurando recorrer a situações em que a criança interaja com diferentes fenómenos e objetos que observa e experiencia no seu dia-a-dia. Cabe ao educador(a) ser capaz de fomentar a expressão livre da criança e desenvolver situações de aprendizagem que estimulem o seu conhecimento. A criança necessita de múltiplas oportunidades para experimentar as suas ideias e formas de pensar, ancorando a sua aprendizagem na satisfação que estas experiências lhe provocam. Segundo Reis (2008), as crianças são "cientistas ativos" (p. 16) que procuram, constantemente, satisfazer a sua insaciável curiosidade sobre o mundo que as rodeia. As diferentes formas de expressão são parte integrante da criança, bem antes da entrada para o contexto de educação pré-escolar, partindo do princípio que já tenham experienciado o desenhar, pintar, cantar, dançar no ambiente familiar/comunidade. No entanto, deve existir um desenvolvimento progressivo dessas linguagens implícito no processo educativo como é referido nas Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar (OCEPE) (Silva, Marques, Mata, & Rosa, 2016) que incentive um gradual conhecimento e apropriação de instrumentos e técnicas, o que pressupõe não só a expressão espontânea das crianças, como também a intervenção do(a) educador(a). Esta intervenção deve surgir das competências das crianças, ou seja, do que já conhecem e já são capazes de fazer e do seu prazer em explorar, manipular, transformar, criar, comunicar e observar. A expressão artística está intimamente ligada com o desenvolvimento dos sentidos, tornando-se crucial que para além de experimentar, criar e executar, que a criança manifeste a sua opinião, possa apreciar, dialogar, partilhar em momento de grupo e observar. Mas para a criança criar, precisa de ter diversas experiências ligadas a outras áreas do saber. Quando cria uma escultura, a criança, está a explorar diferentes conceitos das ciências, nomeadamente peso, volume, misturas entre outros. Bourriaud (2009) afirma que a arte é uma atividade que consiste em produzir relações com o mundo. Portanto, torna-se fundamental que o educador(a) considere cada criança como um ser único, que aprende e cresce num ritmo próprio, num processo que abarca, entre outros aspetos, momentos de experimentação, de exploração, de consolidação e questionamento, articulando as diferentes áreas/domínios do saber. A contemporaneidade exige uma abertura interdisciplinar, uma perspetiva de articulação de saberes, uma forma de compreender a relação do ser humano com o conhecimento. Martins et al. (2009) consideram que as competências não se ensinam por métodos transmissivos, é importante que a criança tenha a oportunidade de experimentar situações diversificadas e estimulantes, que lhe permitam desenvolver essas competências de forma integrada. A interdisciplinaridade é um caminho para um futuro compensador, promove o cruzamento de saberes disciplinares estabelece pontes e articulações criativas entre áreas curriculares que por vezes parecem estar distantes.

Este estudo, realizado no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada II do Mestrado de Educação Pré-Escolar, da Escola Superior de Educação de Viana do Castelo, pretendeu responder às questões de investigação "Como articular, de forma criativa e em contexto pré-escolar, as ciências e as artes visuais?" e "Pode a arte contribuir para a aprendizagem de conceitos das ciências?", tendo sido definidos quatro objetivos de investigação: (1) estimular através do brincar e das artes visuais, a aprendizagem de conceitos de ciências; (2) fomentar a aprendizagem das ciências pela criatividade; (3) avaliar a aprendizagem de conceitos de ciências através das artes visuais e, (4) avaliar a pertinência da articulação entre as ciências e as artes visuais.

METODOLOGIA

Para dar resposta às questões de investigação formuladas foi delineado um estudo de natureza qualitativa, apoiado num desenho de estudo de caso (Afonso, 2005; Yin, 2010), dado se pretender interpretar comportamentos e atitudes e respostas das crianças face aos temas que lhes foram apresentados, fazendo sobressair a opinião individualizada de cada criança. Ponte (2006) considera que o estudo de caso deve recorrer a uma variedade de instrumentos e estratégias, assim sendo, durante o estudo procurou-se observar, interpretar e compreender a importância de articular de forma criativa as ciências (Peixoto, 2008; Reis, 2008) com as artes visuais (Godinho & Brito, 2010; Gonçalves, 1991; Montez, 2012), promovendo a vertente lúdica intencional. Optou-se por recolher os dados através de diferentes instrumentos e técnicas tais como registos audiovisuais, registos individuais das crianças, observação participante (Reis, 2008) e inquérito por entrevista (Ghiglione, & Matalon, 1993). Participaram no estudo 21 crianças com idades compreendidas entre os quatro e os cinco anos. As crianças frequentavam um jardim-de-infância da rede pública, pertencente ao concelho de Viana do Castelo. Durante o estudo foram desenvolvidas 16 atividades cuja calendarização pode ser visível na tabela 1.

Tabela 1. Calendarização das atividades implementadas

Tema	Designação das atividades	Datas
Dinossauros	- "O ovo misterioso" - "Fósseis" - "Sou um T-REX" - "O Dinossauro nasceu!"	12 a 16 novembro 2018
Os Girassóis de Van Gogh	- "A maior flor do Mundo" - "Doze girassóis numa jarra" - "Vamos recriar Van Gogh" - "Sementeira dos Girassóis"	26 a 30 novembro 2018
Misturar as Cores	- "O pequeno azul e o pequeno amarelo" - "Mistura as Cores: o arco-íris" - "Ilusão de ótica" - "Brincar com os Brinquedos com Ciência"	10 a 14 dezembro 2018
À Descoberta de Leonardo da Vinci	- "Pintor ou Inventor?" - "Paraquedas" - "Vamos recriar a Mona Lisa" - "O que sabemos sobre Leonardo da Vinci"	7 a 11 janeiro 2019

De modo a garantir compromissos éticos e de proteção dos dados das crianças, optou-se por atribuir um código a cada criança, representando-a com um número antecedido pela letra C. As entrevistas individuais que foram efetuadas às crianças (Tab. 2), bem como a observação focada e os registos audiovisuais foram também codificados.

As entrevistas diretivas permitiram avaliar as preferências das crianças relativamente aos temas e aprendizagens abordadas. Estas foram efetuadas no final das temáticas, onde se pretendia obter as opiniões das crianças relativamente às atividades realizadas bem como um registo, por via de um desenho, do momento que mais gostaram de vivenciar. Na tabela 2 pode ser observado o guião da entrevista com as questões realizadas aos participantes no estudo.

Quanto ao tema os Girassóis de Van Gogh foram abordados os seguintes conceitos de ciências: a sementeira e germinação dos girassóis; o ciclo dos girassóis; a cromatografia simples aliando a estes a vertente artística, com a utilização de técnicas plásticas diversificadas para a recriação

da obra “doze girassóis numa jarra”: pintura com aguarela; lápis de cera; marcador; colagem; também a observação e análise da obra de arte.

Tabela 2. Guião da entrevista

Questões
1. *O que gostei mais de aprender?*
2. *Qual foi o momento mais divertido?*
3. *Qual foi a temática preferida?*
Dinossauros; Girassóis de Van Gogh; Mistura as Cores; Leonardo da Vinci

A temática “mistura as cores” envolveu inúmeros conceitos das ciências aliados também às artes dos quais se destacam: o processo de misturar as cores para obter uma nova cor e também como clarear e escurecer; a experiência do arco-íris; a ilusão de ótica e os brinquedos com ciência na qual se destacou a importância da confeção de brinquedos artesanais. A vertente artística esteve presente na escolha das diferentes técnicas: misturar plasticina e tinta para obter novas cores; na realização do arco-íris, utilizando os procedimentos científicos da absorção do papel fibroso e a água com corante; na pintura da imagem das mãos que causava ilusão de ótica e na realização dos brinquedos com ciência. Estes brinquedos foram realizados pelas crianças com base nas aprendizagens, realizaram um disco das cores assemelhando-se ao disco de Newton que foi também analisado e a bola mistura cores, com diferentes cores que quando coincidia com o papel celofane de duas cores formava uma nova cor, utilizando materiais como rebites, furadores, tesouras, colas. Quanto à temática à descoberta de Leonardo da Vinci, iniciou-se com a descoberta da obra “pintor ou inventor” proporcionando às crianças o conhecimento de Da Vinci e das suas magníficas obras de arte. Realizaram helicópteros de papel, uma das suas invenções, criando de forma individualizada o seu projeto, através do recorte de um modelo prévio atribuído e colocação de um clip, posteriormente brincaram com eles no exterior verificando qual o mais rápido e o que tinha as hélices mais curtas e mais compridas. As crianças tiveram oportunidade de vivenciar um dia diferente, realizaram as rotinas matinais no exterior e observaram o lançamento de um paraquedas gigante. Posteriormente envolveram-se em grupos e cada grupo criou o seu paraquedas com os materiais disponíveis apelando à criatividade: esta atividade envolveu diferentes técnicas e materiais: colagem, recorte, manipulação de fios, escolha de um objeto para colocar no paraquedas. Quando já estavam finalizados colocamos os paraquedas a voar no exterior e as crianças verificaram alguns conceitos: um tinha uma peça com maior peso e o outro tinha uma peça menor peso. Foi comparado o tempo em que ambos os Paraquedas se mantinham no ar. A observação e análise da obra de arte “Mona Lisa” foi objeto de estudo pelas crianças de forma individualizada, recorrendo à utilização de duas técnicas: a colagem, utilizando a técnica do mosaico, e a pintura com aguarela. Com base nas aprendizagens e sintetizando o conhecimento, realizou-se um placard sobre “o que sabemos sobre Leonardo da Vinci”, envolvendo o registo gráfico das crianças na concretização das invenções Da Vinci, a pintura de elementos biográficos, o código escrito de algumas palavras-chave. No último dia, foi apresentado ao grupo o vídeo sobre as quatro temáticas exploradas com o registo fotográfico das crianças, para recordar as aprendizagens e posteriormente, produziram o desenho no guião da entrevista, do momento/atividade que mais gostaram de experienciar.

RESULTADOS

Dada a dimensão dos dados do estudo, optou-se por apresentar alguns resultados obtidos da análise de conteúdo da entrevista efetuada às crianças, sendo que apenas na questão: “qual foi a temática preferida?” e tendo em conta os 21 resultados, constata-se que algumas crianças escolheram mais do que uma temática, tendo algumas optado por duas. Para além dos resultados da entrevista efetuada às crianças serão apresentados os registos fotográficos e a intervenção das crianças nas atividades. Quanto à entrevista efetuada, apresenta-se abaixo

(Fig.1) os desenhos das crianças C2, C10 e C14 relativamente ao registo da atividade/momento que mais gostaram.

Relativamente à questão "o que mais gostaram de aprender?", as atividades que despertaram maior interesse por parte das crianças, foram "arco-íris "e "pequeno azul e o pequeno amarelo". Estas são duas atividades que têm por base uma situação ou fenómeno, que apelam ao espírito de descoberta e desejo de aprender. Neste sentido, a vontade de encontrar uma resposta a um problema, surge como impulsionadora do processo criativo, pois a criança envolve-se de modo a compreender e dar resposta à problemática. Tratando-se de atividades práticas deve considerar-se o "antes", o "durante" e o "depois".

Figura 1. Alguns registos da atividade/momento que mais gostaram.

Só realizam o seu potencial se forem implementadas, de forma integrada e na sua globalidade. Naturalmente, as crianças tendem a valorizar mais os momentos da manipulação. Conclui-se então, que possivelmente estas foram atividade que lhes cativaram maior interesse, pelo motivo da vertente mágica e prática associada. Relativamente à questão "qual foi o momento mais divertido?" as crianças referenciaram a atividade do "paraquedas" inserido na temática do Leonardo Da Vinci. Na escolha dos momentos mais divertidos, muitas crianças mencionaram com enfase o registo espacial em que os mesmos foram realizados. Quanto à última questão da entrevista "qual foi a temática preferida?" as crianças C4 e C5 escolheram duas opções, e os restantes apenas uma, como se pode constatar no gráfico 1.

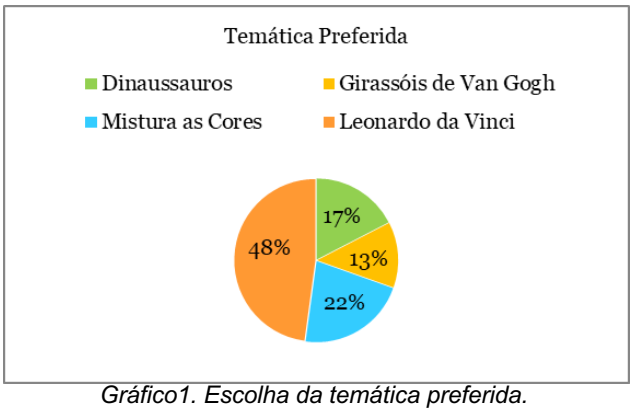


Gráfico1. Escolha da temática preferida.

Verificou-se que a temática do Leonardo Da Vinci se destaca pela preferência dos participantes (48%), sucedendo-se a temática misturar as cores (22%), os dinossauros (17%) e por fim os girassóis de Van Gogh (13%). As crianças C4 e C5 escolheram mais do que uma opção, ou seja, consideraram duas temáticas como preferência, ainda que opções distintas. Esta temática englobou os procedimentos e criação de algumas invenções recorrendo a diversas técnicas artísticas, resultando nas experimentações em diferentes contextos. Considerou-se que o efeito surpresa e o carácter lúdico das atividades emergem como razões das escolhas positivas das crianças.

O ponto de partida para abordar a temática dos Girassóis de Van Gogh foi a arte e através dela foram fomentados procedimentos científicos, como a cromatografia simples, a sementeira e a germinação, as etapas do ciclo do girassol e as diferentes espécies de girassóis. Ao analisar a obra de arte "doze girassóis numa jarra" surgiram alguns comentários: "tem outros tipos de plantas de girassóis e dentro da jarra deve ter água, porque as plantas têm que ter água" retorquiu a criança C4. Já num momento aliada à sementeira as crianças foram questionadas

acerca: mas afinal, o que se pode fazer com as sementes? A criança C4 explicou: “primeiro temos que por uma coisa que é a terra, depois cavamos um pouco, depois colocamos a semente e depois regamos”, revelando já algum saber sobre o procedimento.

No que concerne à temática misturar as cores, as aprendizagens desenrolaram-se em torno de alguns conceitos das ciências destacando-se a mistura das cores, a decomposição da luz branca, as cores do arco-íris e foram criados brinquedos com ciência: bola mistura cores e o disco das cores. Uma das atividades desta temática envolveu a família, ou seja, as crianças levaram para casa num saquinho, duas bolas de plasticina para recontar a história dinamizada “O pequeno azul e o pequeno amarelo”. Relativamente à experiência do arco-íris, ainda em fase de procedimentos a criança C18 salientou: “Professora, estou muito curiosa”, evidenciando o seu interesse pela atividade. A pintura com tinta gelada suscitou o interesse do grupo, divertiram-se e, aplicaram as aprendizagens de misturar cores. A criança C6 demonstrou o seu interesse “é muito divertido, quero fazer outra pintura com isto”. Na figura 2 verificam-se algumas evidências fotográficas das atividades.

Figura 2. Atividades dinamizadas no âmbito da temática misturar as cores

Apresentam-se ainda outras evidências fotográficas decorrentes dos registos escritos dos diálogos das crianças na última temática abordada intitulada “à descoberta de Leonardo da Vinci”. Esta temática compilou o encerramento das propostas de atividades para o projeto que se propôs desenvolver. Assim sendo, foram explorados conceitos das ciências, recriando as invenções do Leonardo da Vinci e articulando as suas obras nomeadamente a Mona Lisa. As crianças participaram fazendo veiculação das aprendizagens com objetos que tinham em casa nomeadamente livros/obras. A criança C18 e C2 evidenciaram o seu interesse manifestando-se: “trouxe o livro de Leonardo da Vinci, eu disse-vos que tinha e vou deixar ficar na biblioteca uns dias”; “a avó Lena já leu o livro do Leonardo da Vinci, comprei-o na avenida”. Na figura 3 apresentam-se as evidências fotográficas de algumas atividades desenvolvidas em torno desta temática.

Figura 3. Atividades desenvolvidas no âmbito da temática de Leonardo da Vinci

Como se pode observar na figura (Fig. 3) o envolvimento das crianças foi total.

CONCLUSÕES

O desafio de articular, de forma criativa e em contexto pré-escolar, as ciências com as artes visuais e de que forma pode a arte contribuir para a aprendizagem de conceitos das ciências, foi conduzido a seu termo obtendo resultados consideráveis, quer pela análise da entrevista diretiva realizada às crianças quer também pelos registos audiovisuais e pela observação participante. O estudo revelou a existência de situações educativas em que o grupo foi distribuído conforme as atividades, salientando os momentos de pequeno grupo e grande grupo, e em algumas circunstâncias individuais, tendo um carácter flexível, no entanto nos momentos de grande grupo considerou-se que as crianças têm mais oportunidades de desenvolver a criatividade, e de comunicarem de forma espontânea sobre o que experienciam. Foram evidentes novas aprendizagens por parte das crianças, mas também foram salientados e evidenciados os saberes das crianças, indo os resultados deste estudo ao encontro do que refere Peixoto (2008), quando evidencia que as crianças apresentam um leque de conhecimentos e que compete ao educador partir desses conhecimentos para sustentar as atividades que realiza com as crianças. Os resultados apontam também para a prevalência de uma gestão de tempo flexível ajustada à dinâmica do grupo, respeitando os ritmos de cada criança como um ser único. O percurso traçado e vivenciado permitiu arrojar-se num processo reflexivo consciencializando para a ação que determina a atividade da criança e consequentemente a sua aprendizagem e desenvolvimento, daí a importância de primar com atitudes criativas e diversificadas. De salientar que algumas crianças do grupo possuíam um vasto leque cultural, quando se conversou acerca de Leonardo da Vinci, algumas crianças afirmaram que já conheciam e falavam sobre as suas obras. Os resultados do estudo apontam também para a importância de se estabelecer pontes entre as várias áreas curriculares, os domínios e subdomínios referidos nas Orientações Curriculares da Educação Pré-Escolar (Silva, Marques, Mata, & Rosa, 2016) como ponto de partida para a articulação das ciências com as artes visuais, mas tendo em conta as áreas de interesse mais privilegiadas pelo grupo de crianças. Os resultados também indicam o facto de a temática de Leonardo da Vinci ter sido a que as crianças preferiram, salientando o facto de envolver atividades lúdicas intencionais, como os paraquedas, os helicópteros e o conhecimento de outras invenções. Incentivou-se as crianças para a estimulação do pensamento crítico e na tomada de decisões refletindo sobre elas. Fomentou-se ainda a capacidade criativa da criança, visível nas suas representações e atitudes perante o mundo que a rodeia, mantendo um olhar crítico e argumentado de forma sustentada nas aprendizagens. Os resultados revelam a forma compensadora quando se tem a perceção de que o que é abordado se torna numa aprendizagem por parte das crianças fazendo parte do seu novo leque de conhecimentos. As temáticas selecionadas permitiram alcançar a atenção do grupo proporcionando dinâmicas diversificadas e momentos de aprendizagem no exterior, fruto de boa disposição. Sair do contexto rotineiro de sala para o parque/exterior, devidamente protegidos, proporcionou aprendizagens ricas e estimulantes. É de salientar a importância do envolvimento das famílias e comunidade educativa nas atividades desenvolvidas.

REFERÊNCIAS

Afonso, N. (2005). *Investigação Naturalista em Educação - Um guia prático e crítico*. Porto: ASA Editores.

Bourriaud, N. (2009). *Estética relacional*. São Paulo: Martins Fontes.

Ghiglione, R., & Matalon, B. (1993). *O Inquérito – Teoria e Prática*. Oeiras: Celta Editora.

Kishimoto, T. M. (2008). *Jogo, brinquedo, brincadeira e educação*. São Paulo: Cortez.

Martins, I. P., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. V., … Pereira, S. (2009). *Despertar para a Ciência: atividades dos 3 aos 6 - Textos de apoio para educadores de infância*. Lisboa: Ministério da Educação/Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Peixoto, A. (2008). *A criança e o conhecimento do mundo: atividades laboratoriais em ciências físicas*. Penafiel: Editorial Novembro.

Peixoto, A. (2018). Brinquedos com ciências na formação de professores e educadores. In C. Martínez Losada, & S. García Barros (Coords.), *28 Encuentros de Didáctica de las*

Ciencias Experimentales. Iluminando el Cambio Educativo (pp. 439-444). Corunha: Universidade da Coruña. doi:spudc.9788497496896.

Ponte, J. (2006). *Estudos de caso em educação matemática*. *Bolema, 25,* 105-132.

Reis, P. R. (2008). *Investigar e descobrir: Actividades para a Educação em Ciências nas Primeiras Idades*. Chamusca: Edições Cosmos.

Silva, I. L., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

Tompkins, M. (1996). Aprendizagem Activa: como a incorporar no seu programa. In N. Brickman, & L. Taylor, *Aprendizagem Activa* (pp. 5-13). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Yin, R. K. (2010). *Estudo de Caso - Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.

EXPLORAR E APRENDER: FENÓMENOS DE LUZ E COR

Rita Cruz, Ana Peixoto

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (PORTUGAL)
anapeixoto@ese.ipvc.pt

Resumo

A natureza está repleta de ciências que a criança tenta descortinar. Conhecer as fontes luminosas, compreender como surge o arco-íris, descobrir porque se formam as imagens em espelhos, identificar materiais opacos, transparentes e translúcidos desperta a curiosidade da criança e sua vontade de saber mais. A cor é uma presença constante na vida da criança, chamando-lhe a atenção e centrando o seu olhar num objeto que simultaneamente apresenta cores vivas e movimento (Martins et al., 2009; Peixoto, 2008). O estudo emergiu de uma situação de prática, por observação do comportamento de uma criança que brincava com legos coloridos, encaixando-os e separando-os em função das cores. Por questionamento constatou-se que a criança não a conseguia verbalizar corretamente a cor do lego. Adotou-se o mesmo procedimento com as outras crianças do grupo (crianças dos 3 aos 5 anos), verificando-se que as crianças de 3 anos também não conseguiam verbalizar o nome correto da cor. Centrado na questão "Como, a partir das ideias das crianças sobre luz e cor, se pode chegar aos conhecimentos cientificamente adequados sobre os fenómenos luminosos?" apoiado nos objetivos: diagnosticar as ideias das crianças sobre luz e cor; promover atividades práticas sobre fenómenos luminosos; promover atividades práticas sobre as cores primárias e secundárias; avaliar da alteração dos conhecimentos das crianças sobre os fenómenos luminosos; identificar quais as atividades práticas que se revelaram mais adequadas, desenhou-se um estudo com base numa metodologia qualitativa, interpretativa e desenho de estudo de caso (Patton, 1986, citado por Alves, 1991) que permitiu o desenvolvimento de atividades práticas. Como instrumentos de recolha de dados recorreu-se a gravações áudio e vídeo, a minientrevistas, à observação participante e ao diário do investigador. Os resultados apontam que todas as crianças, à exceção de quatro de três anos, diferenciaram objetos opacos de transparentes. A realização do jogo das sombras - sombra do padrinho (criança de cinco anos) e do mesmo tamanho da sombra do afilhado (criança de três anos) - revelou-se do agrado das crianças. Na atividade com dois espelhos planos com diferentes inclinações, com a criança posicionada mais próxima ou mais afastada deles obteve diferentes resultados, pois as crianças manifestaram-se pouco confiantes e seguras das suas respostas, ao contrário da atividade onde foram explorados espelhos convexos e espelhos côncavos, onde conseguiram descrever as diferenças, detalhando as caraterísticas próprias da imagem em cada espelho. Na temática da decomposição da cor, as crianças demonstraram dificuldades em descobrir as cores, conseguindo descortinar caraterísticas comuns nas cores analisadas. As crianças que manifestaram mais saberes foram as crianças com cinco anos que tentavam descobrir as cores mais próximas no espetro de luz visível. Ao contrário das crianças de três anos, as crianças com quatro e cinco anos conseguiram diferenciar as cores primárias de algumas secundárias. As crianças de três anos identificaram o arco-íris e algumas cores, mas não reconheceram as condições necessárias para o seu aparecimento. As crianças de cinco anos aprenderam que a luz branca é a junção de todas as cores do arco-íris. As conclusões apontam para a necessidade de desenvolver atividades práticas de luz e cor do agrado das crianças garantindo, deste modo, novos conhecimentos que permitam explicar às crianças os fenómenos por elas observados.

Palavras-chave: ciências; pré-escolar; luz; cor; atividades práticas.

INTRODUÇÃO

Não é por acaso que a educação pré-escolar é considerada imprescindível no desenvolvimento das crianças. Se o principal objetivo é fazer com que o percurso de aprendizagem da criança seja proveitoso na medida em que aprenda e tenha vontade de aprender cada vez mais e melhor, a educação pré-escolar pode fornecer assim todas essas ferramentas. Atendendo à curiosidade (quase inata) da criança por tudo que a envolve, verifica-se que ao querer descortinar todos os fenómenos se devidamente acompanhada pode compreendê-los vendo assim satisfeita essa curiosidade. Mas como refere Peixoto (2008) as respostas dadas às crianças devem ser

cientificamente corretas estabelecendo conexões com outros fenómenos de modo a que sinta vontade de saber cada vez mais. O facto de as crianças conseguirem-se ver umas às outras, de ver cores distintas nos vários objetos com que contactam, visualizarem o arco-íris, diferentes fontes de luz, materiais com propriedades distintas, desperta a sua curiosidade e a sua vontade de compreender a origem das coisas, bem como o modo como funcionam. A cor é uma presença constante na vida da criança, chamando-lhe a atenção e centrando o seu olhar num objeto que simultaneamente apresenta cores vivas e movimento (Martins et al., 2009; Peixoto, 2008). Numa perspetiva mais direcionada para o presente estudo, Martins et al. (2009) referem que "a luz e os fenómenos ópticos são, desta forma, um domínio do quotidiano das crianças, sobre o qual se deve desenvolver a sua compreensão para perceberem melhor o mundo que as rodeia" (p.49). Ao incorporar esta missão, o educador deverá avaliar o potencial do grupo com a finalidade de apostar, ou não, em aprendizagens progressivamente mais complexas.

Neste estudo, pode-se verificar uma variada gama de investigação, onde os fenómenos luminosos e seus fatores subjacentes foram trabalhados com o propósito das crianças adquirirem uma melhor e mais completa perceção do mundo real. Assim sendo, o estudo que foi operacionalizado incidiu na temática dos fenómenos luminosos e cor e foi colocado em prática num Jardim de Infância pertencente ao Distrito de Viana do Castelo.

O estudo emergiu de uma situação de prática de ensino supervisionada efetuada durante o Mestrado em Educação Pré-Escolar, aquando de um momento durante o período de observação. Uma vez que a criança se encontrava a brincar com legos coloridos, encaixando-os e separando-os em função das cores, optou-se por questioná-la acerca das suas identificações coloridas. Durante o processo de questionamento, constatou-se que a criança não conseguia verbalizar corretamente a cor do lego. De forma a identificar os conhecimentos/ideias prévias de todas as crianças do grupo acerca da mesma temática, efetuou-se o mesmo questionamento a todas as crianças, chegando-se à conclusão que, a grande maioria das crianças com três anos não identificava corretamente todas as cores. Com efeito, decidiu-se desenvolver um estudo em torno da questão de investigação: "Como, a partir das ideias das crianças sobre luz e cor, se pode chegar aos conhecimentos cientificamente adequados sobre os fenómenos luminosos?". Para o efeito foram definidos os seguintes objetivos que permitissem: numa primeira fase diagnosticar as ideias das crianças sobre luz e cor; numa segunda fase promover atividades práticas sobre fenómenos luminosos; para numa terceira fase promover atividades práticas sobre as cores primárias e secundárias; e por fim avaliar da alteração dos conhecimentos das crianças sobre os fenómenos luminosos e identificar quais as atividades práticas que se revelaram mais adequadas.

METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização deste estudo foi a metodologia qualitativa, de natureza interpretativa (Patton, 1986, citado por Alves, 1991), visto que a mesma procura conhecer ao pormenor a realidade de um contexto e, simultaneamente, descortinar o modo como os intervenientes vivenciam uma situação em particular. Para Denzin e Lincoln (1994, citados por Meirinhos & Osório, 2010) a palavra "qualitativa" incide sobre processos e significados cujas caraterísticas e/ou propriedades não são passíveis de serem medidas em condições de quantidade, volume, intensidade ou frequência. Já para Bodgan e Bilken (1994) a metodologia qualitativa preocupa-se em descrever pessoas, locais e narrativas. Como no referido estudo se pretendia analisar opiniões, contextos, aprendizagens centradas nos sujeitos e no contexto em que decorriam considerou-se que a metodologia qualitativa, de natureza interpretativa, naturalista e descritiva, a mais adequada destacando-se positivamente o facto de o investigador poder estar permanentemente presente no local contexto de realização do estudo, de modo a compreendê-lo mais e melhor. Assim o investigador desempenhou, em simultâneo, o papel de participante e de investigador, manifestando-se sensível para com o grupo que está a avaliar. Esta metodologia apresenta a vantagem de recolher os dados de variadíssimas formas, sendo que foram utilizados diferentes instrumentos de recolha de dados como: a observação participante; o diário do investigador; gravações áudio e vídeo; entrevistas semi-diretivas e registos gráficos (desenhos das crianças) efetuados pelo grupo. Como participantes foram envolvidas 22 crianças de uma sala de Jardim-de-Infância (JI). No início da recolha de dados este grupo era composto por crianças dos três aos cinco anos e apresentava, de forma equitativa, 11 crianças do género feminino e 11 do género masculino. Assim sendo, a heterogeneidade estava patente neste grupo, não só em termos de idade. Quanto às crianças com três anos, a

sua maioria ingressou no JI no ano letivo 2018/2019, enquanto as crianças de quatro e cinco anos já frequentavam o referido JI pelo segundo e terceiro anos consecutivos. Como forma de assegurar o anonimato e o sigilo dos participantes, optou-se por codificar as crianças, recorrendo à primeira letra do seu nome. Porém, na existência dessa mesma letra foi acrescentada uma segunda letra referente ao apelido da criança, tendo como propósito a distinção entre as duas crianças, como é o caso de C e CP. Esta informação encontra-se sistematizada na tabela 1, onde é possível retificar as idades específicas, assim como o sexo e os códigos pessoais e individuais. Para operacionalizar o presente estudo, e com a finalidade de dar resposta às questões da investigação formuladas, foram planeadas, com intencionalidade pedagógica, diversas atividades. Pretendia-se, deste modo, que as crianças expusessem as suas ideias prévias, realizassem as propostas práticas e transmitissem as suas dúvidas com o objetivo de progredirem, não só ao nível de conhecimentos como também relativamente à qualidade desse conhecimento científico. As atividades foram pensadas para serem realizadas nas seis semanas de implementação da prática de ensino supervisionada. Apesar de todas elas se enquadrarem no tema "fenómenos luminosos e cor", todas se agrupavam em subtemas mais específicos, nomeadamente: relação entre luz e visão; fontes de luz; propagação da luz; reflexão da luz; luz e materiais opacos; luz e materiais transparentes; luz e materiais translúcidos e luz e cor.

RESULTADOS

Como foi referido, de uma forma holística, foram realizadas múltiplas atividades que foram ao encontro do principal tema, apesar de pertencerem a subtemas diferentes e mais específicos como: relação entre luz e visão; fontes de luz; propagação da luz; reflexão da luz; luz e materiais opacos; luz e materiais transparentes; luz e materiais translúcidos e, também, luz e cor.

No início do estudo, o primeiro objetivo foi identificar o que as crianças já sabiam, analisando as suas ideias relativamente aos fenómenos de luz e cor para que, numa fase posterior, se provocasse alguma mudança nessas ideias. Esta transformação cingiu-se, essencialmente às explicações das crianças que, embora estejam no nível elementar, o investigador foi questionando as crianças procurando criar no grupo aprendizagens mais fundamentadas.

Através das atividades iniciais sobre a luz e a cor, verificou-se que o grupo não possuía conhecimento acerca da principal temática, no entanto, mostraram algum saber na temática das cores e do arco-íris. Relativamente às cores, apenas o grupo de crianças de quatro e cinco anos conseguiu identificar todas as cores e quanto à temática do arco-íris. Algumas crianças conseguiam identificar apenas o fenómeno. Face a esta situação, a resposta à questão do estudo foi respondida, porém houve uma alteração. Uma vez que as crianças possuíam pouco conhecimento acerca da luz, não houve mudança concetual porque os temas foram abordados de raiz, o que influenciou também na recolha de dados, impedindo uma comparação entre o antes e o depois na grande maioria dos temas abordados. Trabalhando em prol de uma base cientificamente correta, foram desenvolvidas diversas atividades como forma do grupo ficar cientificamente instruído.

Segue-se, de forma detalhada, uma síntese de todo o trabalho desenvolvido, bem como os resultados conclusões obtidos. Ao longo do estudo, foi notório a evolução do grupo, pois já procediam ao relacionamento/associação entre os temas já abordados e os temas que iam ser alvo de análise, procurando um aspeto comum a temáticas diversificadas.

Quanto à relação entre luz e visão os resultados mostram que todas as crianças com quatro e cinco anos conseguiam identificar, claramente, fontes luminosas, quer naturais, quer artificiais, sendo que mencionavam um maior número de fontes artificiais. Associavam o fenómeno escuridão à ausência de luz e nessa situação em particular, as crianças procuravam contornar a situação problemática, recorrendo ao uso de fontes luminosas. Já as crianças com três anos, eventualmente, compreendiam a temática de forma superficial, mas não verbalizavam qualquer tipo de informação nos momentos partilhados em grande grupo. Considera-se, no entanto, que compreendiam que a presença de luz e a condição olhos abertos são os dois fatores imprescindíveis para contemplar o meio ao seu redor.

Foi analisado, também, o comportamento da luz ao incidir nos materiais portadores de características opacas, transparentes e translúcidas (Fig. 1).

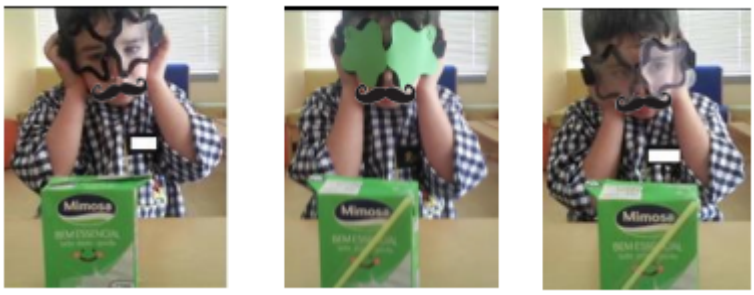


Figura 1. Criança R com óculos com lentes de acetato, de cartolina e de mica dobrada.

Genericamente foi o tema em que liderou com sucesso, colocando as crianças com três anos ao mesmo nível que as crianças com quatro anos. Todo o grupo conseguiu fazer a previsão com base na observação do material, sem precisar de um estímulo exploratório sensorial/tátil. As crianças de cinco anos manifestaram-se capazes de efetuar a previsão dos objetos através da visualização da sua imagem, mostrando confiança na índole abstrata. Depois de analisar os resultados desta atividade, os resultados apontam para que as crianças com quatro e cinco anos apresentaram dificuldades nos materiais transparentes portadores de cor.

Relativamente ao conceito da reflexão da luz, o grupo de crianças com cinco anos conseguiu discriminar os espelhos planos dos espelhos curvos, assim como distinguir as caraterísticas dos espelhos convexos e côncavos (Fig. 2).

Figura 2. Desenhos de crianças com 5 anos relativos aos espelhos curvos (colheres).

Apesar de não saberem os termos científicos (convexo e côncavo), sabiam que existiam espelhos curvos e espelhos planos, inclusive conseguiam verbalizar os termos. Na atividade onde todos tiveram a oportunidade de avaliar os recursos (colher, bola polida e espelho com duas faces), destacadamente as crianças com cinco anos conseguiram fazer a transferência do que observaram oralmente, selecionando as expressões mais adequadas para expressar a sua ideia/conceito.

No que se refere à sombra, considera-se que as crianças com três anos conseguiam identificar a sombra e afirmar que a mesma corresponde à sua silhueta, no entanto, não evidenciavam muito as suas ideias nas atividades deste âmbito temático. Ao contrário das crianças com quatro e cinco anos que transmitiam o seu parecer com base em fatores cientificamente corretos, especialmente quando afirmavam que a sombra repete os movimentos corporais do ser humano. Apresentam também a ideia de que a presença de luz (natural e artificial) é necessária para a

sua formação, mas, em contrapartida, tiveram dificuldade em associar a opacidade do corpo à formação da sombra. A atividade em que se pretendia que o padrinho (criança com cinco anos ficasse com a sombra do mesmo tamanho do afilhado (criança com três anos) revelou-se muito eficaz (fig. 3).

Figura 3. Tamanho das sombras dos padrinhos e dos afilhados

Em paralelo com as cores, foi trabalhado o espectro colorido, em que a temática das cores primárias e secundárias correspondentes ao olho humano esteve em realce. Com efeito, constatou-se que as crianças com cinco anos conseguiam, facilmente, identificar as três cores primárias, mas nas cores secundárias apresentavam-se ainda inseguros no processo de identificação. Ao invés, sabiam que as cores secundárias derivavam da mistura das cores primárias, sabendo, inclusivamente, que estas cores se referiam à luz e não à tinta guache utilizadas nas ilustrações.

Relativamente à luz branca, apesar de algumas crianças com quatro e cinco anos não conseguirem expressar bem as suas ideias mentais, as crianças sabiam que a luz branca escondia todas as cores, daí a existência da respetiva ser necessária para se observar as variadas cores que envolvem o meio circundante. Optou-se por não questionar as crianças com três anos sobre este tema porque era um pouco complexo, além de que as cores ainda não estavam bem consolidadas por algumas crianças desta faixa etária.

Por fim, mas com o mesmo grau de pertinência, faz-se alusão ao fenómeno da decomposição da cor. O facto de ter comparado a cor original à cor do creme de legumes, facilitou a perceção da atividade. Porém, a descoberta das cores escondidas em cada uma das cores originais mostrou-se um processo complexo, uma vez que, de forma correta, foram capazes de identificar as tonalidades claras e escuro, sendo este fator comum em todas as decomposições concretizadas. Acredita-se que, por análise aos resultados da atividade da decomposição, as crianças não associavam que as cores primárias não se decompunham, ao contrário das cores secundárias e terciárias que derivavam da mistura de duas ou mais cores.

Em suma, ao se comparar o número de respostas verbalizadas pelas crianças com três anos com as crianças co quatro e cinco anos constata-se uma grande discrepância, sendo que o grupo das crianças com quatro e cinco anos verbalizou os seus saberes de modo mais significativo. Considera-se que o facto das crianças com três anos não se terem pronunciado como os demais, foi simplesmente pelo facto de apresentam dificuldades na construção frásica e na transmissão dos seus saberes. Enquanto os mais velhos sentiram-se mais capazes e apresentaram um léxico mais alargado que se enquadravam nas temáticas abordadas.

CONCLUSÕES

No início do estudo, o principal objetivo foi identificar o que as crianças já sabiam, analisando as suas ideias prévias relativamente aos fenómenos de luz e cor para que, numa fase posterior houvesse um estímulo para a mudança. Esta transformação cingiu-se, essencialmente nas explicações das crianças que, embora estejam no nível elementar, o investigador aposta numa base cientificamente correta, procurando criar no grupo aprendizagens fundadas na validação científica. Assim sendo, procurou-se neste estudo responder à questão “Como, a partir das ideias das crianças sobre luz e cor, se poderá chegar a conhecimentos cientificamente adequados sobre os fenómenos luminosos?”. Através das atividades iniciais sobre a luz e a cor, verificou-se que o grupo não possuía conhecimento acerca da principal temática, no entanto, mostraram algum saber na temática das cores e do arco-íris. Relativamente às cores, apenas o grupo de

crianças com quatro e cinco anos conseguiam identificar todas e quanto à temática do arco-íris, algumas crianças conseguiam identificar apenas o fenómeno. Face a esta situação, a resposta à questão do estudo foi respondida, porém houve uma alteração. Uma vez que as crianças possuíam muito pouco conhecimento acerca da luz, não houve mudança concetual porque os temas foram abordados de raiz, o que influenciou também na recolha de dados, impedindo uma comparação entre o antes e o depois na grande maioria dos temas abordados. Trabalhando em prol de uma base cientificamente correta, foram desenvolvidas diversas atividades como forma do grupo ficar cientificamente fundamentado. Segue-se, de forma detalhada, uma síntese de todo o trabalho desenvolvido, bem como as conclusões alcançadas.

Como se referiu anteriormente as conclusões deste estudo apontam para o facto de as crianças com três anos, apesar de através da ação revelarem ter conhecimentos que se foram alargando ao longo do estudo, mostraram alguma dificuldade em verbalizar esses conhecimentos. No entanto recorrendo à linguagem não-verbal as crianças revelaram já identificar as cores corretamente, principalmente as cores primárias. A atividade das sombras como ausência de luz revelou-se com bastante êxito e todos gostaram de ver a sua sombra aumentar e a diminuir à medida que se aproximavam ou se afastavam da fonte luminosa, indo estes resultados ao encontro do que afirmam Martins et al. (2009) e Peixoto (2008).

O facto de as crianças terem interagido com outros materiais como os espelhos curvos despertou nelas muita curiosidade. A atividade em que se recorreu a colheres para as crianças visualizarem espelhos curvos e convexos também se revelou com muito êxito porque puderam recorrer a um objeto do seu quotidiano e usá-lo com outra intencionalidade e quando viam a imagem invertida tentavam coloca.la direita virando a colher ao contrário. Isso apresentou-se como um momento de brincadeira pois todas conseguiram ver que afinal o espelho côncavo apesar da sua posição dá sempre imagens invertidas. Estas conclusões apontam para o aspeto muito importante que é o papel do educador no desenvolvimento dos conhecimentos das crianças proporcionando-lhes atividades que as despertem e que as ajudem a compreender o mundo que as rodeia.

REFERÊNCIAS

Alves, A. J. (1991). O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cadernos de pesquisa, 77*, 53-61.

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos* (2 ed.). Porto: Porto Editora.

Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., . . . Pereira, S. J. (2009). Despertar para a ciência actividades dos 3 aos 6. Lisboa: Ministério da Educação Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.

Meirinhos, M., & Osório, A. (2010). O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *EDUSER: revista de educação, 2*(2), 50-63.

Peixoto, A. M. (2008). *A criança e o conhecimento do mundo: actividades laboratoriais em ciências físicas*. Penafiel: Editoral Novembro.

FLIPPED CLASSROOM TEACHING METHODOLOGY TO ENHANCE SCIENCE SELF-EFFICACY OF PRE-SERVICE TEACHERS

Jin Su Jeong, David González-Gómez

Department of Science and Mathematics Education,
Training Teaching School, University of Extremadura (SPAIN)
jin@unex.es

Abstract

Different studies have already indicated the positive relation between teachers' self-efficacy in science and the frequency of their science teaching practice and students' motivation to science. Here, teachers' self-efficacy concerns to the perception of a teacher about his/her teaching capacity and, therefore, the confidence of pre-service teachers (PSTs) in their capacities to teach science is reflected a significant predictor for their future and imminent teaching exercise and practice. Thus, teachers with better self-efficacy are more open to improve and reform educational settings and are more eager to apply innovative and novel practices to their class. This paper presents to improve the self-efficacy of PSTs that has been a significant matter in teachers' education and is important to implement an appropriate teaching methodology in the classroom able to promote more science self-efficacious PSTs since it is difficult to change their beliefs once self-efficacy beliefs are formed. In the recent years, the flipped classroom as an active learning and a special type of blended-learning is gaining its popularity in the science, technology, engineering and mathematics (STEM) courses. In this instruction methodology, students can watch video lectures along with various written materials and quizzes and tests related to a subject and then make doubts and questions that they do not understand. In the class, they take part in more student-centered learning activities such as problem solving, discussions and group work as collaborative and just-in-time lectures. Here, the instruction setting should allow enough in-class time to finish activities and practice as a constructivist learning for students that have more responsibility. In fact, this methodology specifies a more suitable learning environment to get a significant learning, in terms of self-efficacy when a flipped classroom methodology is followed in a science course. The results achieved in this study show that following a proper instruction methodology can enhance the self-efficacy beliefs of the students, particularly, following a flipped-classroom teaching methodology in a science course, in which students have the chance to more actively participate in the classroom activities must be considered as a great advantage in order to adequality educate future teachers to teach science.

Keywords: flipped classroom; self-efficacy; pre-service teachers; science education; innovative teaching.

INTRODUCTION

How to teach science courses concerning unceasingly draw the attention of instructors in many studies (Cano et al., 2013; Jeong et al., 2016; Serway & Kirkpatrick, 1988). In science education, traditional teaching methodologies and techniques have negative effects that they are consisting of a number of weekly lectures together with a single laboratory session (Schaal, 2010; Zawilinsk et al., 2016). To attain better learning outcomes, instruction methodology should concentrate on science learning by promoting more inquiry-based, student-centered and hand-on, and cooperative learning activities settings (González-Gómez et al., 2016; van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2015).

Different findings have already specified the positive relation between teachers' self-efficacy in science and the occurrence of their science teaching exercise and students' motivation to science (Charalambous & Philippou, 2010; Woolfolk Hoy, 2000). Here, teachers' self-efficacy distresses to the perception of a professor about his/her instruction ability and, therefore, the assurance of pre-service teachers (PSTs) in their capabilities to instruct science is redirected a noteworthy predictor for their future and impending teaching training and practice (Jeong et al., 2017). Thus,

teachers with better self-efficacy are more exposed to develop and reform educational sceneries and are keener to apply original and novel practices to their classroom (Oppermann et al., 2019).

Additionally, the mainly quantitative researches on PSTs' attitude notify entire group alterations rather than pondering on alterations practiced by individual and dissimilar PST, specifically who starts with negative attitudes regarding to science contents and science teaching (Kazempour, 2014; Olakanmi, 2017). Appropriate and precise attitude regarding to science education is a precondition for enthusiastically encompassing flipped classroom education. Because of that, valuing PST's self-efficacy and attitudes towards flipped science course is crucial in order to achieve insights and visions for specialized and dedicated development of PSTs (Jeong et al., 2018). However, there are not many studies that have investigated neither in-service nor pre-service teachers' self-efficacy and attitudes in this specific area, science education.

This paper presents to improve the self-efficacy of PSTs that has been a significant matter in teachers' education and is important to implement an appropriate teaching methodology in the classroom able to promote more science self-efficacious PSTs since it is difficult to change their beliefs once self-efficacy beliefs are formed. The objective of this work is to improve the self-efficacy of PSTs that has been a significant matter in teachers' education and is important to implement an appropriate teaching methodology in the classroom able to promote more science self-efficacious PSTs since it is difficult to change their beliefs once self-efficacy beliefs are formed in a general science course at the Teaching Training School of the University of Extremadura (Spain).

METHODOLOGY

Sample description

The study was conducted in a general science course during 2017/18 year at Teaching Training School, Extremadura University. The course for sophomore in Primary Education with 70 students aimed to provide PSTs a general understanding of scientific contents and educational disciplines s to teach them to primary educations pupils.

Table 1. Characteristics and descriptions of Sample demographic information.

		Course 2017/18
Number		70
Sex (%)	Male	28.6
	Female	71.4
Age		20.1
Background (%)	Social sciences	72.0
	Science	14.8
	Arts	13.2
Science as an easy subject (%)		11.7
GPA (Max. 10)		7.5

Course context

In this study, the general science course, in which this study was carried out, is consisted of a 6 credits course distributed in 3 hours/week of theoretical classes and 1 hour/week of laboratory session during 15 weeks. The teaching instruction followed in this course was a flipped classroom

methodology that was consisted of lectures delivered by means of video-lessons and using the classroom time to put in practice the theoretical contents delivered in a more students' centered environment.

In the recent years, the flipped classroom as an active learning and a special type of blended-learning is gaining its popularity in the science, technology, engineering and mathematics (STEM) courses. In this instruction methodology, students can watch video lectures along with various written materials and quizzes and tests related to a subject and then make doubts and questions that they do not understand. The kind of activities that were carried out in the classroom was ill-defined problems, rule-based and case-based reasoning and problem-based activities. In all cases, the collaboration between students was fostered all the time. In this classroom set-up, the instructor role was to provide a scaffold to students in their work and short explanations/lecture when needed. The flipped-materials were made available using the on-line platform "playposit", which allows to follow the autonomous progress of each student and stipulates the possibility to incorporate interactive video-lessons. In addition, quizzes and on-line questionnaires were also made obtainable to students in order to sense the learning difficulties to be adopted during face-to-face time at the classroom.

In the class, they take part in more student-centered learning undertakings such as problem solving, discussions and group work as collaborative and just-in-time discourses. Here, the instruction setting ought to allow enough in-class time to end activities and practice as a constructivist learning for students that have more accountability. In fact, this methodology stipulates a more apposite learning setting to catch a significant learning, in terms of self-efficacy when a flipped classroom methodology is followed in a science course.

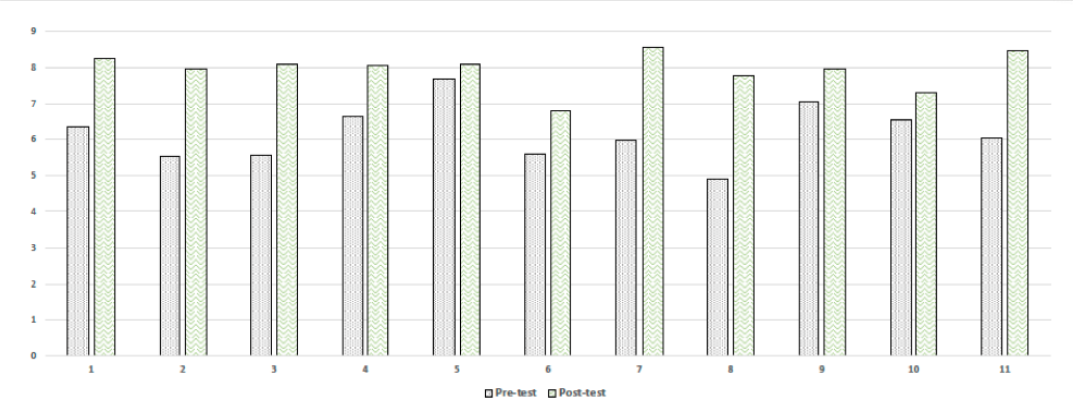
Data collection and analysis

Through a pre- and post-test questionnaire, science self-efficacy towards science were measured. The participation in this study was totally voluntary and no personal information was recorded for any participants. In order to facilitate the students' participation, questionnaires were completed on-line in the classroom-time. All students participating in this research were informed about the study purpose and the data collection practices. Particularly, if there are students who don't want to postulate consent to approach their data and/or participate the study, we didn't gather their data to utilize.

To analyze the data collected, non-parametric statistical analysis was carried out as to test and answer research objectives aforementioned. In all cases in this study, the SPSS statistical software (SPSS statistics version 22.0) was used to analyze data. In order to the statistical differences between the answering tendencies before and after the course (pre- and post-test), the Mann-Whitney test was applied. The Chi-square test was performed in order to establish between the expected frequencies and the observed frequencies.

RESULTS

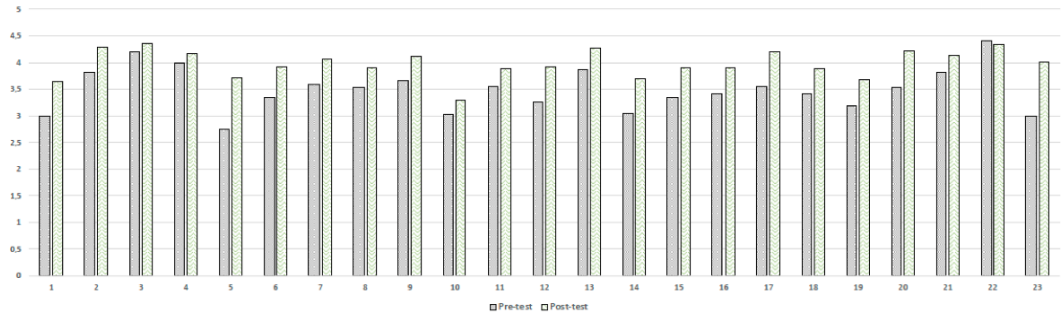
The results achieved in this study show that following a proper instruction methodology can enhance the self-efficacy beliefs of the students, particularly, following a flipped-classroom teaching methodology in a science course, in which students have the chance to more actively participate in the classroom activities must be considered as a great advantage in order to adequality educate future teachers to teach science. As shown in Figure 1, it shows the comparison of the pre-service science teachers' self-efficacy to scientific contents before and after the course completion. Data were collected after submitting Instrument 1 to the pre-service science teachers.



Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mann-Whitney	.000	.000	.000	.002	.214	.000	.000	.000	.006	.203	.004
Chi-square	.017	.018	.000	.024	.622	.009	.004	.000	.005	.095	.001

Figure 1. Comparison of the pre-service science teachers' self-efficacy to scientific contents before and after the course completion.

As shown in Figure 2, it shows the comparison of the pre-service science teachers' self-efficacy to teach science before and after the course completion. Data were collected after submitting Instrument 2 to the pre-service science teachers.



Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Mann-Whitney	.032	.113	.036	.757	.001	.002	.148	.008	.010	.509	.032	.000	.010	.009	.025	.046	.002	.003	.009	.015	.072	.449	.000
Chi-square	.003	.132	.114	.229	.004	.001	.342	.048	.011	.363	.015	.005	.068	.051	.035	.083	.045	.030	.085	.019	.155	.174	.002

Figure 2. Comparison of the pre-service science teachers' self-efficacy to teach science before and after the course completion.

CONCLUSIONS

This study concludes that the teaching methodology implemented in a science course of PST in primary education has a significant positive impact in the science self-efficacy beliefs towards science. Precisely, this study reports the effects of following a flipped classroom teaching methodology in a general science course taught at the Teaching Trainer School of Extremadura University. According to the results reported in this study, PSTs' science self-efficacy beliefs significantly increased after completing the course. Teacher trainees reported that they were significantly more willing to conduct/perform activities in which scientific contents were involved once the course was completed. Considering the science teaching self-efficacy beliefs, the flipped course also had a positive impact on them. The results obtained from the STEBI-B adapted instrument indicated that PSTs were more self-efficacious in science teaching and more confident on teaching science after completing the instruction. The characteristic of the flipped classroom instruction methodology, which provide more hands-on science activities to put in practice the theoretical contents, is a key factor to turn the students' self-efficacy beliefs.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge Project EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) of the Ministry of Science, Innovation and Universities of Spain, and Consejerería de Economía e Infraestructura y Fondo Social Europeo (Projects IB18004 and GR18004), which support this work possible.

REFERENCES

Cano, E. M., Ruiz, J. G., & Garcia, I. A. (2013). Integrating a learning constructionist environment and the instructional design approach into the definition of a basic course for embedded systems design. *Computer Applications in Engineering Education, 23*(1), 36-53.

Charalambous, C., & Philippou, G. (2010). Teachers' concerns and efficacy beliefs about implementing a mathematics curriculum reform: Integrating two lines of inquiry. *Educational Studies in Mathematics, 75*(1), 1-21.

González-Gómez, G., Jeong, J. S., Airado Rodríguez, D., & Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: An initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology, 25*, 450-459.

Jeong, J. S., González Gómez, D., & Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology, 25*(5), 747-758.

Jeong, J. S., Ramírez-Gómez, Á., & González-Gómez, D. (2017). A web-based scaffolding-learning tool for design students' sustainable spatial planning. *Architectural Engineering and Design Management, 13*(4), 262-277.

Jeong, J. S., González-Gómez, D., & Cañada-Cañada, F. (2018). The study of flipped-classroom for pre-service science teachers. *Education Sciences, 8*(163), 1-11.

Kazempour, M. (2014). I can't teach science! A case study of an elementary pre-service teacher's intersection of science experience, beliefs, attitude, and self-efficacy. *International Journal of environmental & Science Education, 9*(1), 77-96.

Olakanmi, E. E. (2017). The effects of a flipped classroom model of instruction on students' performance and attitudes towards chemistry. *Journal of Science Education and Technology, 26*(1), 127-137.

Oppermann, E., Brunner, M., & Anders, Y. (2019). The interplay between preschool teachers' science self-efficacy beliefs, their teaching practices, and girls' and boys' early science motivation. *Learning and Individual Differences, 70*, 86-99.

Schaal, S. (2010). Enriching traditional biology lectures - digital concept maps and their influence on achievement and motivation. *World Journal on Educational Technology, 2*(1), 42-54.

Serway, R. A., & Kirkpatrick, L. D. (1988). Physics for scientists and engineers with modern physics. *The Physics Teacher, 26*(4), 254.

van Aalderen-Smeets, S. I., & van der Molen, J. H. W. (2015). Improving primary teacher' attitudes toward science by attitude-focused professional development. *Journal of Research in Scinece Teaching, 52*(5), 710-134.

Woolfolk Hoy, A. (2000). *Changes in teacher efficacy during the early years of teaching*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, April 2000, New Orleans, LA, USA.

Zawilinski, L. M., Richard, K. A., Henry, L. A. (2016). Inverting instruction in literacy methods courses: Making learning more active and personalized. *Journal of Adolescent Adult Literacy, 59*(6), 695-708.

EARTH SYSTEMS WORKSHOP: THE IMPACT ON PORTUGUESE GEOSCIENCE EDUCATORS PRACTICE AND VIEWS

Nir Orion[1], Tiago Ribeiro[2], Dulce Lima[2], Clara Vasconcelos[2]

[1]Department of Science Teaching, Weizmann Institute of Science (ISRAEL)
[2]Science Teaching Unit, Faculty of Sciences of the University of Porto; Earth Science Institute, Porto (PORTUGAL)
nir.orion@weizmann.ac.il

Abstract

Currently, more geoscientists adopt the holistic view of the Earth system, reinforcing the close interconnections between its subsystems. However, this approach appears timidly and almost inexpressively in science classrooms in Portugal, where teaching is largely based on the exposition of the contents through textbooks. Promoting teaching and learning practices through the Earth systems approach might contribute to raising public awareness of the Earth's systemic functioning, allowing a deeper intelligence of humanity and planet sustainability. This is particularly important as geoscience educators living on Anthropocene, facing the necessity to develop a better understanding of the impact of human interactions on the planet in our students. Nonetheless, the adoption of this approach in Portuguese science classrooms requires a profound change in the teaching practice. Taking into account this framework, a workshop was implemented, with 32 participants – including university professors, middle and high school teachers, and teachers in training. During the workshop, which lasted 2 days (14.5 hours), multiple practical indoor activities and outdoor activities were carried out, according to Orion's spiral model of conducting inquiry-based indoors and outdoors learning activities (Orion, 1993). This teaching methodology allowed the transposition of the contents between these two learning environments, enabling the establishment of higher abstract learnings. Subsequently, five months later, an online survey was conducted with the participants, in order to perceive the participants' attitudes towards the Earth systems education and its relevancy and feasibility for the Portuguese education system. The survey obtained a response rate of 87.5% (n=28). The sample was comprised of 19 females (n=19; 67.9%) and 9 males (n=9; 31.1%), with an average age of 40 years old. The majority of participants were middle and high school teachers (n=15; 53.6%). The majority of participants considered relevant to their professional practice; (i) the practical activities (n=21; 75.0%); (ii) Orion's learning sequence (1993) (n=22; 78.6%); (iii) the inquiry approach (n=21; 75.0%); (iv) the transposition between the indoor and outdoor activities (n=21; 75.0%).The responders stated that workshop participation promoted the development of an Earth systems holistic conceptual vision (n=21; 75.0%). When asked if they think if the Earth systems approach is presented in Portuguese classrooms, the answers are more diffused and only 12 participants replied positively (n=12; 42.9%). On the other hand, almost all responders (n=27; 96.4%) agreed that an Earth systems approach, may potentiate the students' learning, and 27 of them (n=27; 96.4%) would like to participate in other similar professional development activities. Statistical analysis was performed using chi-square independence test and some significant differences were found as, for example between professional situation and the agreement with the statement "*The practical activities (concrete and carried out in the classroom), integrated in an inquiry-based learning environment, were relevant to my teaching practice*", being the middle and high school teachers (n=15), those who most agree with this affirmation (χ^2_6=15.862; p=0.02). The workshop showed a positive impact on the development of the theoretical background of the Earth system approach as well as practical strategies to integrate the outdoor as a central learning environment together with the classrooms.

Keywords: Earth system; professional development; inquiry-based teaching; indoor activities; outdoor activities.

INTRODUCTION

Currently, humankind faces enormous and serious challenges related to the interactions established with the planet. The changes that the human being creates, in the various Earth's

subsystems, are increasingly significant, leading some authors to argue that we already endure a new geological epoch characterized by the action of Man - the Anthropocene[9](Bohle & Bilham, 2019; Crutzen, 2016). Additionally, for other authors, the human being is already considered as a “geological agent”, capable of altering drastically the dynamics of the planet (Lucchesi, 2017). We must understand our role in this dynamic and make conscious and thoughtful decisions in our daily lives.

Nowadays, more than ever, it is essential that all citizens – from experts to the common ones – understand their role in the actions against the Earth and its consequences. For this understanding, it is necessary to recognize the functioning of the Earth and the interdependence of its subsystems – geosphere, biosphere, atmosphere and hydrosphere. A holistic view of the Earth system enables the improvement of a deep and systemic understanding, enhancing a better intelligence of the human impacts extent (Batzri, Assaraf, Cohen & Orion, 2015; Orion, 2019). Raising awareness and educating citizens about these issues necessarily converges with geosciences education. Proof of this need is found in the 2030 Agenda for Sustainable Development of the United Nations, where education is considered a fundamental right and is the core of a path that society must follow for its survival and the Earth's sustainability (United Nations, 2015).

However, in the Portuguese natural sciences curriculum, the Earth subsystems are taught and learned as contents without a direct relationship between them (Vasconcelos et al., 2020). This creates a massive problem when the students are asked to be able to think in a holistic and integrated way about the Earth processes and phenomena. As geosciences educators, we must teach the profound dependence on the dynamic balance between Earth's subsystems (Batzri, Assaraf, Cohen & Orion, 2015; Orion, 2019). To achieve this goal, Portuguese geosciences educators need to change their practices and be able to teach the curriculum contents following a holistic Earth system approach.

Nevertheless, the Portuguese educational system is considerably aged, and most teachers are resistant to new strategies, methodologies, and approaches (Vasconcelos et al., 2020). Furthermore, field trips are not made regularly basis in Portugal. Orion (1993) emphasizes that field trips are often used as educational enrichment, carried out at the end of a class as a synthesis or as reward activity for students. Although, these activities should appear as an integral and essential component of the teaching and learning processes, rather than a decontextualized activity. The field trips may support the transposition of a concrete level to a more abstract level of cognition by the students. Moreover, contact with the natural world is essential to observe some geological processes and promote students' systematic reasoning as a way to achieve more abstract concepts that are difficult to experience in the classrooms.

Consequently, it is required to design training opportunities based on a holistic approach of the Earth system, so these may provide a change in how natural sciences, in particularly geosciences, are practiced in the classroom (Vasconcelos et al., 2020). These changes in the science classroom may allow students to establish new ways of learning how the planet functions, integrating contents more coherently and closer to reality, improving their learning experience. In this way, we will be raising future citizens with crucial knowledge and skills to find resolutions to the Earth-related problems, such as climate changes, bio- and geodiversity lost, georesources exploitation and management or pollution (Wessel & Greenberg, 2016). On the other hand, the development of a more literate society, allows citizens to participate more actively and with greater involvement in present and future problems.

METHODOLOGY

Underlying the theoretical framework previously presented, a workshop was implemented, with 32 participants (n=32) – including university professors, middle and high school teachers, and teachers in training. During the workshop, which lasted 2 days (14.5 hours), multiple practical

[9] According to Bohle and Bilham (2019) and Crutzen (2016), among other authors, the Anthropocene is a geological epoch that began in the late 18th century, when analyzes carried out on samples of air confined in polar glacier showed increasing global concentrations of dioxide carbon and methane - facts that expose the presence of human beings as a modifying agent of the geosphere.

indoor activities and outdoor activities were carried out, according to Orion's spiral model of conducting inquiry-based indoors and outdoors learning activities (Orion, 1993).

Subsequently, five months later, an online survey was conducted with the participants. The survey obtained a response rate of 87.5% (n=28). This instrument consisted of a set of closed answer questions, through the employment of a Likert scale, and two open answer questions. This made it possible to evaluate the participants' position concerning the activities and approach practiced during the workshop and to inquire about its possible inclusion in teaching practices.

The sample was comprised of 19 (67.9%) female and 9 (32.1%) male participants, with ages between the 22 and 65 years old (mean = 40.0 years old). Most respondents were middle and high school teachers (n=15; 53.6%). The remainder were students attending pre-service training (n=8; 28.6%) and higher education professors (n=5; 17.9%). Regarding academic education, most of the participants had a degree on geology and biology (n=26; 92.9%). Even though, there was one participant from biochemistry (3.6%) and another one from the environment (3.6%) areas.

Methodologically, the present investigation approached quantitative methods, with some statistical tests being carried out, such as the chi-square independence test.

RESULTS

After analyzing the collected data, the results obtained were as follows. All participants (n=28; 100.0%) considered that the teaching methodology used on the workshop allowed the transposition of the contents between indoors and outdoors learning environments, enabling the establishment of higher abstract learnings.

When asked if the practical activities carried out during the workshop were relevant to their teaching practice, 26 (92.9%) respondents agreed with the statement. The responders also stated that workshop participation promoted the development of an Earth systems holistic conceptual vision (n=21; 75.0%).

Regarding practical activities (concrete level of cognition) in integration with the external learning environment (abstract level of cognition), according to the learning sequence of Orion (1993), 27 participants (96.4%) consider that these were relevant to their teaching practice. When asked if the practical activities (concrete and carried out in the classroom), integrated into an inquiry-based learning environment, were relevant to their teaching practice, 92,9% (n=26) participants responded positively.

Table 1 - Chi-square independence test and significant differences found between professional situation and the following statements.

Statement	Chi-square independence	Pre-service teachers (n=8)	In-service teachers (n=15)	Higher education professors (n=5)
"The practical activities in integration with the outdoor learning environment, according to the learning sequence of Orion (1993), were relevant to my teaching practice"	χ^2_4=11.499; p=0.02	n=3 (37.5%)	n=14 (93.3%)	n=5 (100.0%)
"*The practical activities (concrete and carried out in the classroom), integrated in an inquiry-based learning environment, were relevant to my teaching practice*"	χ^2_6=15.862; p=0.02	n=3 (37.5%)	n=14 (93.3%)	n=4 (80.0%)
"The Orion (1993) spiral model, the basis of inquiry-based learning of practical and field activities, enhances student learning"	χ^2_4=14.272; p=0.01	n=1 (12.5%)	n=12 (80.0%)	n=5 (100.0%)

When questioned if they think the Earth systems approach is presented in Portuguese classrooms, the answers are more diffused and only 12 participants replied positively (n=12; 42.9%). On the other hand, almost all responders (n=27; 96.4%) agreed that an Earth systems approach, may potentiate the students' learning experience, and 27 of them (n=27; 96.4%) would like to participate in other similar professional development activities.

Statistical analysis was performed using chi-square independence test and some significant differences were found between professional situation and the following statements (table 1).

These results indicate that in-service teachers and higher education professors are those who most agree with the posterior statements. Given the teachers in training do not have much (or even none) teaching practice, it is understandable that they do not relate with the statements as much as teachers and professors in service.

Chi-square independence test was also performed between pre-Bologna and post-Bologna degrees and the following statements, and some significant differences were found (table 2).

Table 2 - Chi-square independence test and significant differences found between pre-Bologna and pos-Bologna degrees and the following statements.

Statement	Chi-square independence	Pre-Bologna (n=18)	Post-Bologna (n=10)
"The practical activities carried out during the workshop were relevant to my teaching practice"	χ^2_3=7.923; p=0.05	n=16 (88.9%)	n=5 (50.0%)
"The practical activities in integration with the outdoor learning environment, according to the learning sequence of Orion (1993), were relevant to my teaching practice"	χ^2_2=7.687; p=0.02	n=17 (94.4%)	n=5 (50.0%)
"*The practical activities (concrete and carried out in the classroom), integrated in an inquiry-based learning environment, were relevant to my teaching practice*"	χ^2_3=7.923; p=0.05	n=16 (88.9%)	n=5 (50.0%)
"The Orion (1993) spiral model, the basis of inquiry-based learning of practical and field activities, enhances student learning"	χ^2_2=13.481; p=0.00	n=16 (88.9%)	n=2 (20.0%)

These results indicate that participants with pre-Bologna degrees are those who most agree with the previous statements. This fact may be related with the participants with post-Bologna degree do not have much contact with Orion (1993) model as pre-Bologna participants had. After the Bologna process higher education courses started to have a more theoretical approach.

CONCLUSIONS

The results showed that the workshop had a positive impact on the development of the theoretical background of the Earth system approach as well as practical strategies to integrate the outdoor as a central learning environment together with the laboratory classrooms. Likewise, the results reflect the need to develop a systemic approach to the Earth system in the Portuguese natural science curriculum. The appreciation and the need to participate in more and other initiatives in this area was reinforced by the results obtained, and it is pertinent to create refresher professional practices courses for teacher's in-service. In this sense, an integrated and holistic approach to the Earth system may not only improve the teaching methodology of geosciences but also its learning.

ACKNOWLEDGEMENT

The work was supported by the “Santander Universidades e Universidade do Porto” funding programme.

REFERENCES

Batzri, O., Assaraf, O. B. Z., Cohen, C. & Orion, N. (2015). Understanding the Earth Systems: Expressions of Dynamic and Cyclic Thinking Among University Students. *Journal of Science Education and Technology, 24*(6), 761–775. doi:10.1007/s10956-015-9562-8

Bohle, M., & Bilham, N. (2019). The ‘Anthropocene Proposal’: A Possible Quandary and A Work-Around. *Quaternary, 2*(19), 1–18.

Crutzen, P. J. (2016). Geology of mankind. Em Paul J. Crutzen, *A Pioneer on Atmospheric Chemistry and Climate Change in the Anthropocene* (pp. 211– 215). Cham: Springer.

Lucchesi, S. (2017). Geosciences at the service of society: the path traced by Antonio Stoppani. *Annals of Geophysics, 60*(Fast Track 7), 1-7. doi:0.4401/ag-7413

Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics, 93*(6), 325-331. doi:10.1111/j.1949-8594.1993.tb12254.x

Orion, N. (2019). The future challenge of Earth science education research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 1(3),* 1-8.

United Nations (2015). *Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). Retirado de https://tinyurl.com/y3me8n9m

Vasconcelos, C., Ferreira, F., Rolo, A., Moreira, B., & Melo, M. (2020). Improved Concept Map-Based Teaching to Promote a Holistic Earth System View. *Geosciences, 10*(1), 1-16.

Wessel, G. R., & Greenberg, J. K. (Eds.). (2016). *Geoscience for the Public Good and Global Development: Toward a Sustainable Future*. Boulder: Geological Society of America.

09. Divulgação em Ciências | Divulgación en Ciencias | Science Communication and Outreach

PUBLIC ENGAGEMENT IN GEOPARKS CREATION: THE CASE OF FIGUEIRA DA FOZ

Estefânia da Cruz Lopes[1], Paulo Renato Trincão[2], Clara Vasconcelos[1]

[1]Instituto de Ciências da Terra; Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (PORTUGAL)
[2]CGEO-Centro de Geociências (PORTUGAL)
estefaniacruzlopes@gmail.com

Abstract

The concept of geopark is disseminated globally and introduced a new vision of territorial development in areas with unique geological heritage. In these regions, geology is represented as an anchor in an integrated development strategy based on citizens' engagement, using scientific, educational and tourism values that promote local economic growth.
This holistic view of heritage and community participation has shown to be a key element and enables the development of conservation strategies, for promoting equity and social cohesion, economic activities, and strategic policy planning for a region.
Nowadays citizens pay real attention to the environmental issues, and government and other similar entities have been using science as strategy for active citizenship, where public involvement and citizen cooperation aim to contribute and bring society closer to the process of scientific creation. This approach has shown that promotes school performance, boosts entrepreneurship and innovates and establishes collaborations between different entities.
As active citizenship science activities increase, there may be a benefit from integrating the same perspective with other systems, such as the social sciences, using a new kind of research that links natural with social systems.
So, using active citizenship strategies to create a geopark, will have the ability to engage audiences with little social participation, giving them positive experiences in their lives? Allow communities and improve their welfare? Beyond the perspectives of Irwin (1995), Bonney and friends (2009) and more recently Eitzel (2017), will be an upgrade on citizens' science definition?
Taking the municipality of Figueira da Foz as a case study, classified by UNESCO as an "aspiring geopark" in 2018, it is intended to study the involvement of the population as a strategy to rehabilitate citizens' participation in the application process for UNESCO Global Geopark and management of their territory.

Palavras-chave: Geopark; Figueira da Foz; Communication strategies; Public engagement.

INTRODUCTION

Citizenship can be traced back to Ancient Greece, when those who had the privileged of being citizens (neither women, foreigners, slaves nor farmers) had the right to participate in the affairs of the state (Michels, 2006; Biegelbauer & Hansen, 2011). This concept is still present in nowadays, however it expanded from political and civil rights, to social, economic, cultural and environmental rights (Bellamy, 2015; Michels, 2006; Biegelbauer & Hansen, 2011). So citizenship has two basic meanings: equality between all citizens and a form of active participation towards the community (Bellamy, 2015; Biegelbauer & Hansen, 2011). Citizen participation and active citizenship implies working towards the benefit of the community, through participation, to improve life for all members of the community (Carreira, *et al.* 2016).

The attention that citizens pay to the environment, is related to a profound change in the perception of the nature/society relationship that has occurred in recent decades. Environmental issues are not only understood as scientific, but also as social, civic and political. It is in the environmental context that citizenship seems to have taken on new meanings, articulating economics, ecology and politics in an integrated overview (Lelis & Neto, 2014; Santos,2005).

With this paradigm shift, government entities have used science as an instrument for public involvement in decision-making strategies, and UNESCO has prioritized science programs as a strategy for community involvement and population resilience (Tavares *et al. 2015*).

Placing the local community at the centre of the strategy through a bottom-up process, UNESCO Global Geoparks builds its approach based on the active participation of the community, with the

goal of improving the involvement of the population in a structuring and strategic development plan of the territory known as geoparks (Firmino *et al.* 2018; UNESCO, 2015).

Geoparks are areas with significant geological heritage, managed with a concept of protection, education and sustainable development in connection with natural and cultural heritage (Henriques *et al* 2011; Henriques & Brilha, 2017; UNESCO 2015). This process requires a firm commitment by local communities, strong local partnerships (with public and political support), and the development of a strategy that meets the communities' goals while promoting and protecting the geological heritage (UNESCO, 2015).

This community-based approach has been a key element for the equilibrium of conservation strategies, natural resources management, equity, and local empowerment with positive effects on the local economy (Berkes, 2014; Courtney *et al.*2006; Okazaki, 2018; Reed *et al.*, 2018). Building cohesion, while achieving results, with the raise of self-organization and the community's resilience (Adger & Hodbod, 2014; Tavares *et al.* 2015; Walker & Salt, 2012;). It is therefore important to develop practices that awaken dormant citizens and remind them of the important role that they can play (Michels, 2006).

In 2018 Figueira da Foz (Portugal) became an Aspiring Geopark (a candidate for UNESCO Global Geoparks designation) due to its international stratigraphic relevance given by the establishment of two stratotypes (from Jurassic). The geological heritage, the archaeological patrimony (Pre-historic, Fenician, Roman and industrial), the cultural legacy (monuments, churches, light houses, traditional fishing, salt and rice production) and the biodiversity (mainly Ramsar and Natura 2000) provides the region with a global open-air classroom (Trincão *et al*. 2018).

Aspiring Geopark of Figueira da Foz is an initiative of the municipality as a model of territorial sustainable development that incorporates natural and anthropic heritage, community cohesion and tourism (as part as the national tourism strategy) (Trincão *et al*. 2018).

Trincão et al (2018) stated that «to facilitate [in a first approach] the public engagement and knowledge transfer in the Aspiring Geopark of Figueira da Foz, specific instruments were used simultaneously», namely a dinosaur exhibition (the first dinosaur foot-prints were found in 1884 in Figueira da Foz), interpretative panels displayed alongside the main beach avenue explaining the continental drift, guided tours, Geopark Time talks, media coverage and advertisement campaigns, between July and September 2017.

Taking Figueira da Foz as a case study it was intend to understand the public engagement in the (still in preparation) application for UNESCO Global Geopark recognition and management of their territory.

METHODOLOGY

Between April and May 2019 a convenience sampling questionnaire of 22 closed and multiple choice questions was designed and applied online (n=403) and face to face (n=100) to natural, residents and/or workers in Figueira da Foz, aged over 18.

Beyond regular personal characterization (age, literacy, occupation, and parish), in part of the questionnaire respondents were asked about the awareness and participation in the communication strategies of the Aspiring Geopark of Figueira da Foz (Trincão *et al*. 2018), the entity behind geopark's application and their opinion regarding the application and their engagement in it.

The questionnaire did not contain personally identifying information.

RESULTS

Sample

The sample of this survey consisted of 503 individuals, aged between 18 and 79 years old, with the most frequent age range between 40-44 years old (n=91; 18.1%). Most respondents were females (n=297; 59.0%), and permanent residents in the municipality (n=232; 92.8%). The best represented parish is Buarcos and São Julião (n=212; 42.1%). Regarding literacy, 39.2% (n=197) of the respondents were graduates or with secondary education (n=143; 28.4%). Concerning the

career, teachers were the largest respondents, corresponding to 21.6% (n=99) of the individuals, followed by office employees (n=42; 9.2%), specialists in physical and mathematical sciences (n=33; 7.2%) and representatives of the government, executive organs and senior managers of the public administration (n=30; 6.5%).

Did the communication strategies awaken citizens?

Apparently 92% (n=463) of respondents know what a geopark is, and when asked about the actions held (dinosaur exhibition, interpretative panels alongside the main beach avenue, Geopark Time talks and guided tours) 87.7% knew the dinosaur exhibition and 48.8% participated in it; 61.6% were aware of the interpretative panels displayed on the main beach avenue in Buarcos, and 49.1% participated. However, the Geopark Time talks were mostly unknown by respondents (75.6%) with only 8.4% of participants, as well as organized guided tours to Cape Mondego and other places such as Boa Viagem Mountain, Morraceira Island or Quiaios Dunes where only 11.3% of respondents participated.

Table 1. Recognition and participation on communication strategies.

Respondent knew (n)		**Respondent participated (n)**		χ^2	***p***
		Yes	No		
Dinosaur exhibition	Yes	230	195	72.53	0.000
	No	0	72		
Geopark Time talks	Yes	233	63	290.13	0.,000
	No	1	196		
Interpretative panels	Yes	37	77	126.39	0.000
	No	1	374		
Guided tours	Yes	49	114	97.40	0.000
	No	3	324		

Even though the communication actions held were mostly known by people aged 35-59 years old, the chi-square test (and p >5%) did not confirm the trend between age and awareness of the actions. On the other hand, there is a positive correlation between schooling (mainly graduates and those with secondary education (p=0)) and the knowledge of the exhibition. The same can be seen on parishes, São Julião and Buarcos is the parish where most people knew the dinosaur exhibition (p=0.000) and the panels along the main avenue (p=0.006). This tendency did not apply to the Geopark Time talks and the guided tours, where the trend was to be more frequent people without knowing it and without participating on it.

Did the strategies used have the capacity to engage audiences?

When the respondents were evaluated regarding the awareness of the UNESCO geopark application 53.1% (n=246) knew that an application is being prepared, but 57.2% (n=265) were uncertain about the effort in promoting it. 77.1% (n=357) reported not feeling involved in the application process and 311 respondents (67.2%) did not see news about it. However, 92.7% (n=429) of the sampling indicated that they support the establishment of an UNESCO geopark in Figueira da Foz, and 59.2% (n=274) did not know if citizens in general support this initiative.

The familiarity of the communication strategies taken may be associated with the awareness of the application process for geopark, so chi-square independent tests were performed (Table 2).

Table 2. Relation between communication strategies and public awareness.

	Dinosaur exhibition		Interpretative panels		Geopark Time talks		Guided tours	
	χ^2	*p*	χ^2	*p*	χ^2	*p*	χ^2	*p*
One knows the application	9.34	0.009	28.44	0.000	28.34	0.000	16.74	0.000
Population knows the application	2.01	0.367	6.06	0.048	25.49	0.000	13.77	0.001
Effort in publicizing	4.17	0.24	8.84	0.012	6.38	0.041	16.13	0.000
Application engagement	3.89	0.143	0.64	0.728	17.25	0.000	16.58	0.000
Media coverage	10.90	0.004	16.31	0.000	28.09	0.000	32.76	0.000
One supports the application	19.30	0.000	10.40	0.006	5.80	0.055	13.31	0.001
Population supports the application	11.28	0.004	4.53	0.104	4.25	0.119	6.04	0.049

Statistically those who are aware of the application are more often those who are aware of the dinosaur exhibit and the interpretative panels, the same is not true for Geopark time talks and for guided tours, where most often those who are aware of the application are not aware about the communication actions taken.

The entity behind the application is not always recognised by the population. To assess this influence, a chi-square test was run and the most frequent trend is not knowing the application and consequently not knowing which entity is in charge of it (n=145; χ^2 =149.69; p=0.000), however, there is also a large number of people who know about the application and know the entity.

CONCLUSIONS

Since 2017no more major and defining communication strategies for citizens' engagement were held (except a 2hour community open meeting in June 2018 for presenting the scientific work done to UNESCO). In this order it becomes clear why respondents are enthusiastic with a geopark in their region, but do not perceive advertisement campaigns, media coverage, engagement activities, and consequently do not feel involved in the process.

Buarcos and São Julião is the most urban parish in Figueira da Foz, with the majority of the schools of the region. Probably it makes sense when data relates schooling and respondents' parish as the most influential aspects regarding the public engagement strategies driven regarding geopark issues.

This study demonstrates that the population seems enthusiastic and desires to participate and to be engaged in the UNESCO application, so it is recommended that more and different measures can be taken to reach other age rates, other levels of education and other parishes.

The strategies used in Figueira da Foz are similar to those used in other national aspiring geoparks and geoparks, so studies comparing the tactics in those geoparks and the population

engagement in the regions' diverse communities would be curious, in order to understand the real dimension of involvement in these approaches.

REFERENCES

Adger, W.N., & Hodbod, J. (2014) Ecological and social resilience. In G. Atkinson, S. Dietz, E. Neumayer, & M. Agarwala, (Eds.),*Handbook of Sustainable Development* (2 ed.) (pp. 91–101) Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.

Baum, H.S. (2015). Citizen Participation. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2nd ed). (pp. 625-630). Oxfors: Pergamon Press. doi:10.1016/B0-08-043076-7/04439-9

Bellamy, R. (2015). Historical Development of Citizenship. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 10*,1-19. doi:10.1016/B978-0-08-097086-8.62078-0

Berkes, F. (2004). Rethinking community-based conservation. *Conservation Biology, 18,* 621-630. doi:10.1111/j.1523-1739.2004.00077

Biegelbauer, P., & Hansen, J. (2011). Democratic theory and citizen participation: Democracy models in the evaluation of public participation in science and technology. *Science and Public Policy, 38*(8), 589–597. doi:10.3152/030234211X13092649606404

Bonney, R., Cooper, C., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K., & Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience, 59*, 977-984. doi:10.1525/bio.2009.59.11.9

Carreira, V., Machado, J. & Vasconcelos, L. (2016). Engaging Citizen Participation—A Result of Trusting Governmental Institutions and Politicians in the Portuguese Democracy. *Social Sciences*, *5*(3), 40. doi:10.3390/socsci5030040

Courtney, P.; Hill, G., & Roberts, D. (2006) The role of natural heritage in rural development: An analysis of economic linkages in Scotland. *Jounal of Rural Studies. 22*, 469–484. doi:10.1016/j.jrurstud.2006.02.003

Eitzel, M. V., Cappadonna, J. L., Santos-Lang, C., Duerr, R. E., Virapongse, A., West, S. E., … Jiang, Q. (2017). Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, *2*(1), 1. doi:http://doi.org/10.5334/cstp.96

Firmino, T., Castro, E., Loureiro, F., Patrocínio, F., Gomes, H. & Fernandes, M. (2018). *The Integration of the Communities in an Application Process*. Poster session presented at the 8th International Conference on UNESCO Global Geoparks meeting of Adamello Brenta UNESCO Global Geopark, Strembo, TN, Italy.

Henriques, M. & Brilha, J. (2017). UNESCO Global Geoparks: A strategy towards global understanding and sustainability. *Episodes, 40,* 349-355. doi:10.18814/epiiugs/2017/v40i4/017036

Henriques, M., Reis, R.P., Brilha, J., & Mota, T. (2011). Geoconservation as an Emerging Geoscience, *Geoheritage, 3*(2), 117 - 128. doi:10.1007/s12371-011-0039-8

Irwin, A. (1995) *Citizen Scienc*e. London: Routledge

Lelis, M. & Neto, J. (2014). Um olhar antropológico sobre a questão ambiental. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. *Ciencia Humanas, 9*, 569-571. doi:10.1590/1981-81222014000200017

Michels, A. (2006). Citizen Participation and democracy in the Netherlands. *Democratization, 13*, 323-339. doi:10.1080/13510340500524067

Okazaki, E. (2008) A community-based tourism model: Its conception and use. *Journal of Sustainable Tourism, 16*, 511–529. doi:10.1080/09669580802159594

Reed, M.S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, … Stringer, L.C. (2009) Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management, 90*, 1933–1949.

Santos, M. (2005). Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: Rumo a "novas" dimensões epistemológicas. *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 2*(6), 137-157.

Tavares, A., Henriques, M., Domingos, A., & Bala, A. (2015). Community Involvement in Geoconservation: A Conceptual Approach Based on the Geoheritage of South Angola. *Sustainability, 7*, 4893-4918. doi:10.3390/su7054893

Trincão, P., Lopes, E., de Carvalho, J., Ataíde, S. & Perrolas, M. (2018). Beyond Time and Space-The Aspiring Jurassic Geopark of Figueira da Foz. *Geosciences, 8*, 190-205. doi:10.3390/geosciences8060190

UNESCO. (2015). Statutes of the International Geoscience and Geoparks, Programme and Operational Guidelines for UNESCO Global Geoparks. Retrieved from https://tinyurl.com/w5x6e9s

Walker, B. & Salt, D. (2012) *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Washington, DC: Island Press.

CENTRO DE RECURSOS DE ATIVIDADES LABORATORIAIS MÓVEIS

José Jorge Teixeira[1,3], Lígia. Teixeira[1], Armando. Assunção Soares[2,3]

[1]Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins (PORTUGAL)
[2]Dep. de Física, ECT/UTAD (PORTUGAL)
[3]LabDCT/CIDTFF (PORTUGAL)
jjsteixeira@gmail.com

Resumo

São apresentados alguns trabalhos de divulgação de ciência e tecnologia desenvolvidos no Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC). O trabalho produzido no CEEC permitiu ao seu fundador vencer o Global Teacher Prize Portugal 2018, ser finalista TOP 50 do Global Teacher Prize Internacional 2019 e melhorar o rendimento escolar dos alunos na classificação interna e nos exames nacionais. A iniciativa "Clubes Ciência Viva na Escola" promovida, nos finais de 2018, pela Direção Geral de Educação e pela Ciência Viva tem uma carta de princípios semelhante à metodologia do CEEC, criado há 13 anos. Da iniciativa da Ciência Viva resultou uma rede de clubes formada por 237 escolas, constatando-se que a abordagem utilizada no CEEC é replicável e escalável.

A partir da experiência obtida começou a desenvolver-se nos finais de 2018 o projeto "Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis" (CRALM), que tem por objetivos promover a inclusão, a flexibilização curricular, o ensino experimental das ciências, o acesso a recursos experimentais e a literacia científica na região do Alto Tâmega. Foi a forma encontrada para aproximar a escola e a ciência da comunidade e ultrapassar a barreira das salas de aula, os conteúdos programáticos das disciplinas e a importância dos exames e dos testes de avaliação (Teixeira, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018). A primeira fase do projeto passou pelo desenvolvimento de um conjunto de 35 kits replicados três vezes. Os kits foram projetados e construídos no CEEC com o objetivo de criar atividades laboratoriais ilustrativas, motivadoras, inusuais, inovadoras e que ajudem os alunos a pensar. Cada kit pode ser facilmente transportado para escolas remotas, instituições e eventos que promovam a literacia científica e o ensino experimental das ciências. Podem ainda ser utilizados por professores de todos os níveis e setores de ensino (incluindo os de Educação Especial). O CRALM tem custo zero para os agrupamentos da cidade de Chaves, dispõe de um espaço próprio e tem parcerias que garantem o seu funcionamento para os próximos anos.

No âmbito da Comemoração do Centenário da Escola Dr. Júlio Martins, no dia 2 de maio, fez-se o primeiro ensaio das potencialidades do CRALM. Estiveram a funcionar dois laboratórios com os kits construídos e desenvolvidos pelos alunos. A iniciativa contou com a presença do Secretário de Estado da Juventude e do Desporto, do Presidente da Câmara Municipal de Chaves, do Diretor do Agrupamento, do Presidente do Júri do Global Teacher Prize Portugal, entre outros. A inauguração oficial do Centro de Recursos está prevista para outubro de 2019.

Neste trabalho serão apresentados alguns kits, as parcerias estabelecidas e algumas atividades desenvolvidas. Das atividades desenvolvidas destacam-se a criação de carrinhos solares de baixo custo e a produção de um sistema para rega de plantas que aproveita a água da humidade do ar. A atividade dos carrinhos solares teve impacto na comunicação social e deu origem a Domínios de Autonomia Curricular destinados à educação pré-escolar e ao primeiro ciclo, envolvendo 500 alunos. O sistema de rega foi apresentado, em 2019, na Minnesota Schoolyard Gardens Conference, realizada nos Estados Unidos.

Palavras-chave: Centro de Recursos; Clubes de Ciências; Inclusão; Flexibilização curricular

INTRODUÇÃO

O Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) foi criado em 2006, no ensino secundário, com o objetivo central de aproximar a ciência da comunidade. Desde essa data o CEEC articula conteúdos e atividades desde o pré-escolar ao 12.º ano, desenvolve projetos com universidades e participa em olimpíadas, prémios e iniciativas relacionadas com a ciência. A maioria das

atividades/projetos desenvolvidos no CEEC têm baixo custo (~0,01 euros/aluno/hora) e são reconhecidas pelo Ministério da Educação, Autarquia, *media*, diretores, colegas, pais, etc. O CEEC contribuiu para melhorar até 5,8 valores as classificações, interna e de exame, dos alunos na disciplina de Física e Química A (Teixeira & Soares, 2010, 2015; Teixeira, Soares, & Caramelo, 2015), considerada o patinho feio do ensino em Portugal (Visão, 2014). O trabalho desenvolvido no CEEC permitiu a obtenção de 19 prémios nacionais/internacionais a alunos e professores destacando-se o Global Teacher Prize Portugal 2018, o CASIO Innovative STEM Teacher 2019, a Medalha Municipal de Mérito Educação 2018, o TOP 50 do Global Teacher Prize Internacional 2019, a Menção Honrosa no Prémio Fundação Ilídio Pinho "Ciência na Escola" 2018, etc. Também contribuiu para que cerca de 50% dos alunos entrassem para os cursos mais procurados, medicina e engenharia, estando alguns a trabalhar em empresas/instituições de topo mundial (Google, Microsoft, Vergnet, etc.). A metodologia desenvolvida no CEEC é semelhante à descrita na carta de princípios que a Direção Geral de Educação e a Ciência Viva usaram em 2018/2019 para a promoção de "Clubes Ciência Viva na Escola", ao qual aderiram 237 escolas/agrupamentos de Portugal, Moçambique e São Tomé, mostrando o potencial/escalabilidade da iniciativa.

Nos finais de 2018, a partir de uma sala de arrumos com sucata (Fig. 1) e da experiência obtida no CEEC, criou-se um Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM), ao qual se associaram alunos para realizar voluntariado ligado à ciência e criar kits de ciências (Fig. 2).

Figura 1. Sala de arrumos onde funciona atualmente o CRALM.

O CRALM é utilizado para promover a literacia científica dos habitantes da região dos 3 aos 93 anos, desenvolver atividades na Educação Especial, realizar eventos científicos na comunidade, desenvolver projetos com impacto na comunidade, promover a formação de professores, levar a componente prática da ciência às escolas remotas da região, etc. A Inspeção-Geral da Educação e Ciência reconhece o CRALM como um dos aspetos mais positivos do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins, no relatório *Gestão do Currículo: Ensino Experimental das Ciências.*

Figura 2. Centro de Recursos com alguns kits e pósteres de projetos apresentados em encontros de ciência nacionais/internacionais.

Assim, este trabalho tem como principais finalidades apresentar alguns projetos de divulgação de ciência e tecnologia desenvolvidos no CEEC, mostrar alguns dos kits criados no CRALM, referir as parcerias estabelecidas e divulgar algumas atividades desenvolvidas para e com a comunidade.

METODOLOGIA

Para ultrapassar a barreira das salas de aula, os conteúdos programáticos das disciplinas e a importância dos testes de avaliação utiliza-se, no CEEC, uma metodologia/abordagem baseada nos seguintes tópicos: debate de ideias, dentro e/ou fora da sala de aula, sobre projetos/atividades que os alunos pretendam desenvolver; desenvolvimento dos projetos em ambiente não formal; realização de ciclos de palestras com a participação de investigadores do ensino superior; articulação dos projetos com o ensino formal/currículo; obtenção de produtos finais; apresentação dos produtos (protótipos e kits) à comunidade com humor científico (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019). O desenvolvimento de projetos é realizado, normalmente, num laboratório. A apresentação dos produtos é efetuada através da realização de laboratórios abertos para a comunidade ou em apresentações públicas. Por exemplo, na Comemoração do Centenário da Escola Dr. Júlio Martins, no dia 2 de maio, estiveram a funcionar dois laboratórios com 30 kits construídos e desenvolvidos pelos alunos do CEEC para o CRALM. A iniciativa contou com a presença dos media, do Secretário de Estado da Juventude e do Desporto, do Presidente da Câmara Municipal de Chaves, do Presidente do Júri do Global Teacher Prize Portugal, entre outros.

Esta metodologia permite aos alunos aprender fazendo criativamente, aplicar conhecimentos de várias áreas, desenvolver projetos científicos e construir protótipos e kits para o CRALM. Os kits são, posteriormente, utilizados por alunos desde a educação pré-escolar até ao 12.º ano, por professores da Educação Especial e, ainda, na realização de atividades e eventos para a comunidade.

RESULTADOS

Nesta secção são apresentados alguns exemplos de projetos desenvolvidos no CEEC, alguns kits produzidos para o CRALM e algumas atividades realizadas com o material do CRALM na comunidade.

Alguns exemplos de projetos desenvolvidos no CEEC

No sentido de amenizar o problema da escassez de água, os alunos do CEEC desenvolveram um projeto centrado na construção de instrumentos para rega, de plantas e árvores, que aproveitam a água da humidade do ar (chuva, orvalho e vapor) de modo a que, na globalidade, o sistema seja autossuficiente, ecológico e energeticamente autónomo. O projeto designado por *Regar com a Humidade do Ar* culminou com a construção de caixas, que permitem o desenvolvimento de plantas e árvores em zonas de seca extrema e de um protótipo de um condensador que aproveita o vapor de água do ar. O condensador é portátil, silencioso e pode ser ligado a um painel fotovoltaico. Em testes realizados na cidade de Chaves produziu até 250 mL de água por dia (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019). O conjunto dos instrumentos (caixas, condensador e painel fotovoltaico) foi designado de Sistema de Abrigo e Rega Autónoma (SARA) (Fig. 3).

Figura 3. Sistema de Abrigo e Rega Autónoma (SARA).

O condensador é constituído, principalmente, por sucata de computadores (Fig. 4). O sistema de rega foi apresentado, em 2019, na *Minnesota Schoolyard Gardens Conference*, realizada nos Estados Unidos e obteve um Diploma de Mérito no Prémio Fundação Ilídio Pinho "Ciência na Escola" (2018).

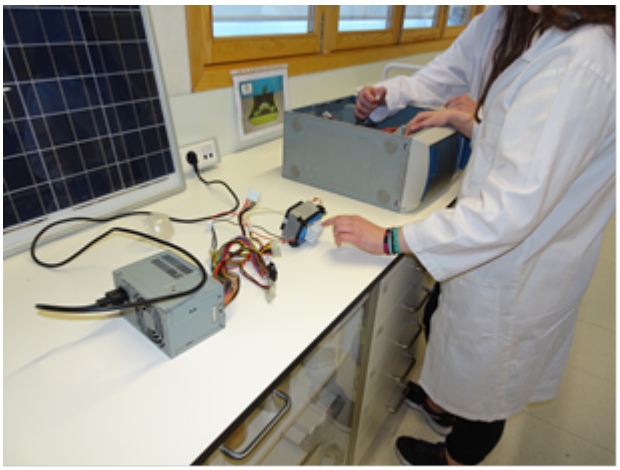


Figura 4. Construção do condensador a partir de sucata e obtenção de água no estado sólido.

O projeto *Evitar os Incêndios em Portugal: Uma Contribuição Pedagógica*, foi desenvolvido na educação pré-escolar em 2018 e teve a colaboração do CEEC na preparação e organização de 10 atividades laboratoriais adequadas à problemática e ao grupo etário das crianças. A partir destas atividades foi elaborado um guião original (Fig. 5), destinado aos educadores de infância e que tem por principal objetivo facultar um conjunto de atividades laboratoriais relacionadas com a problemática dos incêndios.

O guião tem um caráter prático, laboratorial e transversal. Valoriza a interação com o meio e inclui uma componente experimental e investigativa, com vista ao desenvolvimento de competências nas crianças, promotoras das capacidades de pensamento crítico e de resolução de problemas. Foi validado por dois educadores de infância, um professor de Física e Química, um professor do departamento de Física da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e por um Engenheiro da Proteção Civil. As atividades que constam do guião foram aplicadas com sucesso em nove grupos da educação pré-escolar e 16 turmas do 1º. Ciclo, do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018).

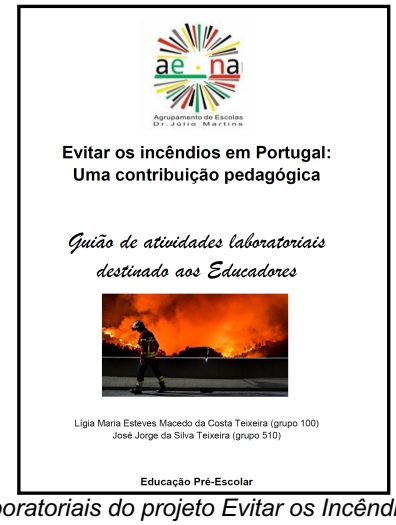


Figura 5. Guião das atividades laboratoriais do projeto Evitar os Incêndios em Portugal: Uma Contribuição Pedagógica.

As crianças dos jardins de infância tiveram a oportunidade de assistir a uma atividade de campo, relacionada com os incêndios florestais, em colaboração com várias entidades envolvidas na iniciativa, a saber: o Gabinete de Proteção Civil da autarquia exemplificou o corte de ervas e plantas e realizou queimadas e queimas; os Bombeiros Voluntários Flavienses apagaram os fogos oriundos das queimadas e das queimas e puseram em ação o canhão de água; a GNR sensibilizou para a defesa da floresta e distribuiu brochuras informativas sobre a gestão de

combustíveis; o Município garantiu o transporte das crianças para a atividade e ofereceu t-shirts e bonés alusivos à temática e os alunos do CEEC realizaram atividades laboratoriais. Elaborou-se, ainda, um calendário para o ano de 2019 relacionado com as atividades laboratoriais, em parceria com a Fundação Nadir Afonso. O calendário foi comercializado e o produto da venda contribuiu para a reflorestação de 9000 m^2 na Quinta do Rebentão. A este projeto foi atribuída uma Menção Honrosa no Prémio Fundação Ilídio Pinho "Ciência na Escola", em janeiro de 2019.

Em 2018 desenvolveu-se um projeto para medir a aceleração da gravidade com a precisão de duas casas decimais, construindo para tal um aparelho com um limite orçamental máximo de 5 euros. A necessidade de cumprir o orçamento obrigou os alunos a construir vários dispositivos e a desenvolver competências no âmbito do ensino experimental. Conseguiu-se medir a aceleração gravítica com a precisão de três casas decimais e o preço do instrumento foi de 2,75 euros. Com este projeto obteve-se o segundo lugar no prémio ATLAS do SABER Física 2018, prémio esse entregue pelo Nobel da Física 2016 (Fig. 6).

Figura 6. Entrega do Prémio ATLAS do Saber Física 2018 pelo Nobel da Física 2016, Michael Kosterlitz.

Alguns kits produzidos para o CRALM

O CRALM tem como principais parceiros a CASIO, a Câmara Municipal de Chaves, as Mentes Empreendedoras, o AKI, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, a Robert Mauser Lda. e o E.Leclerc. Conta com um plano de formação para professores tendo-se realizado, até ao momento, uma partilha de saberes sobre os kits e uma ação de formação creditada, promovida pela CASIO, sobre recolha e tratamento de dados usando sensores e calculadoras gráficas.

Um dos kits produzidos permite a colocação de fogo nas mãos sem que o executante se queime. Com este kit é estudada a capacidade térmica mássica da água (Fig. 7).

Figura 7. Kit que permite estudar a capacidade térmica mássica da água.

No kit barcos à vela os alunos aprendem a construir barcos que obtêm energia a partir de uma vela. Para além da construírem e colocarem o barco a navegar, os alunos aprendem sobre o mecanismo e as leis físicas que explicam o movimento dos barcos (Fig. 8).

Figura 8. Kit de barcos à vela.

O último exemplo mostra o kit da bobine de tesla que permite acender uma lâmpada fluorescente, à distância de 20 cm, sem estar ligada a qualquer fio ou fonte. Com este kit os alunos aprendem eletrónica básica, constroem circuitos e estudam a indução eletromagnética (Fig. 9).

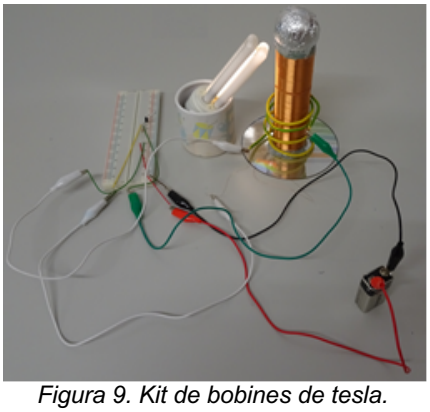


Figura 9. Kit de bobines de tesla.

Algumas atividades realizadas com o material do CRALM

De março a maio de 2019 promoveu-se a construção de carros solares de baixo custo em quatro turmas da educação pré-escolar, com 85 crianças e 17 turmas do 1º ciclo, com 415 alunos, englobando uma faixa etária dos 3 aos 10 anos. A motivação, o entusiasmo e o empenho de professores e alunos foram enormes. No final, realizou-se uma corrida de carros solares estando presentes, para além de toda a comunidade escolar, os meios de comunicação social, elementos da associação de pais e representantes da autarquia (Fig. 10). Foi a atividade que teve maior número de participantes, maior impacto na comunidade e a melhor avaliação. Todos os intervenientes pediram para ser repetida no presente ano letivo. Esta atividade levou à construção dos primeiros Domínios de Autonomia Curricular do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins.

A Voz de Chaves, 31 de maio de 2019

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DR. JÚLIO MARTINS

Crianças do Centro Escolar aprendem a construir carrinhos solares

Cerca de 500 crianças da Escola Básica de Santa Cruz Trindade participaram na segunda-feira, dia 27, na corrida de carros solares, numa ação promovida pelo Clube do Ensino Experimental das Ciências e o Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis.

Figura 10. Recorte de parte da notícia do jornal A Voz de Chaves sobre a construção e corrida de carros solares.

Os kits estão a ser utilizados pelos professores de Educação Especial para a promoção do ensino experimental. O relatório destes professores indica que a utilização dos kits pelos alunos, da Educação Especial, permitiu uma melhoria de 60% na oralidade e 50% na cooperação/autonomia (Fig. 11).

Figura 11. Utilização dos kits na sala de Educação Especial.

Com os kits do CRALM participou-se em eventos nacionais e regionais de educação como, por exemplo, a 1.ª Edição do Fórum da Educação e Inovação, em Chaves e a 12.ª Edição da Feira de Educação, Formação, Juventude e Emprego, na EXPONOR, em Matosinhos (Fig. 12). Também se realizaram atividades denominadas *Ciência em Ação* em lares de idosos e na Universidade Sénior do Rotary de Chaves, valorizando uma faixa da população muitas vezes esquecida.

Figura 12. Apresentação de alguns kits na 12.ª Edição da Feira de Educação, Formação, Juventude e Emprego.

No dia do Centenário do Agrupamento estiveram abertos dois laboratórios com 30 kits. Para além da visita das entidades, estiveram presentes professores e 1450 alunos de várias escolas. Com o objetivo de conhecer a recetividade dos alunos e dos visitantes relativamente à atividade "Laboratório Aberto com Kits" foi aplicado um questionário de opinião a 850 visitantes. Nesse questionário foi pedido aos visitantes que manifestassem a sua opinião relativamente às afirmações **A** (Esta atividade foi interessante e motivadora), **B** (A realização desta atividade contribuiu para a minha aprendizagem) e **C** (No próximo ano letivo penso repetir esta atividade com outros kits), de acordo com a seguinte categorização: "Totalmente em desacordo", "Em desacordo", "Não concordo nem discordo", "De acordo" e "Totalmente de acordo". Da análise dos resultados da Fig. 13 constata-se que 100% dos visitantes estão totalmente de acordo ou de acordo com a afirmação **A**, 100% totalmente de acordo ou de acordo com a afirmação **B** e 91% totalmente de acordo ou de acordo com a **C**. Os 9% que responderam que não concordam nem discordam com a afirmação **C** são, essencialmente, alunos finalistas que previsivelmente irão ingressar no ensino superior.

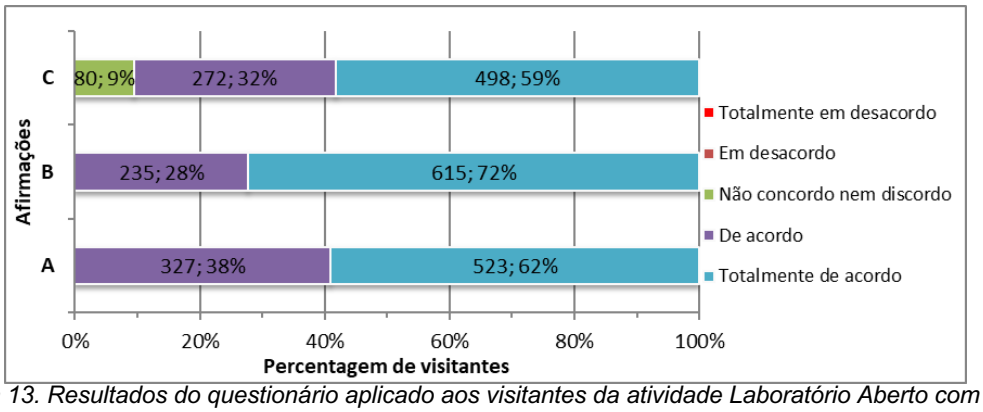


Figura 13. Resultados do questionário aplicado aos visitantes da atividade Laboratório Aberto com Kits. Os rótulos associados às cores representam o número de visitantes e a respetiva percentagem, de acordo com a categorização.

Para além das atividades referidas, o CRALM investiu na área da astronomia porque as escolas não tinham equipamentos. Adquiriram-se cinco telúrios, três binóculos e três telescópios, sendo dois deles motorizados. Com estes materiais já se participou no Encontro de Leitura intitulado *Leituras com Astros*, onde se realizaram observações astronómicas e de seguida se fizeram leituras alusivas ao tema (Fig. 14).

Figura 14. Cartaz do LXV Encontro de Leitura dedicado ao tema da astronomia e observação astronómica.

Todas estas atividades têm ajudado a aproximar a comunidade do mundo científico e têm tido algum destaque nos órgãos de comunicação social (Fig. 15).

Figura 15. Recorte de parte da notícia do jornal A Voz de Trás-os-Montes dedicada ao CRALM.

CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido no âmbito do CEEC permitiu a criação do CRALM que tem por objetivos promover a inclusão, a flexibilização curricular, o ensino experimental das ciências em todos os níveis de ensino, a partilha de recursos experimentais com as escolas da região do Alto Tâmega e a melhoraria da literacia científica da população. A participação dos alunos no CEEC e no CRALM permite a melhoria dos seus resultados académicos e o desenvolvimento de competências STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), atingindo-se assim um dos objetivos fundamentais da agenda educativa da União Europeia. A realização de atividades na e com a comunidade tem sido muito bem aceite pelos intervenientes e tem tido destaque nos media locais e nacionais.

Em todos os projetos parte-se da ideia central de que a escola deve fornecer uma boa formação de base e estimular os alunos a pensar. O mais importante não é ensinar ciência e tecnologia, mas desenvolver ao máximo as capacidades dos alunos de forma a participarem ativamente na vida pública (científica, política, económica, social, cultural e ambiental).

REFERÊNCIAS

Teixeira, J. J. (2018). Temos de mudar a abordagem da ciência na escola. Disponível em: https://observador.pt/opiniao/temos-de-mudar-a-abordagem-da-ciencia-na-escola

Teixeira, J. J., & Soares, A. A. (2010). Clube do Ensino Experimental das Ciências: Um Espaço de Educação Não-formal e de Exploração de Atividades Ilustrativas. In A. Anjo (Coord.), *Livro de Resumos do V Encontro AFI* (pp. 27-31). Chaves: Universidade de Aveiro.

Teixeira, J. J., & Soares, A. A. (2015). Clube do ensino experimental das ciências: um espaço de promoção de ciência e tecnologia. In M. Gomes, G. Figueira, C. Portela, P. Abreu & T. Peña (Eds.), *Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 183-184). Lisboa: IST Press.

Teixeira, J. J., Soares, A. A., & Caramelo, L. (2015). Clube do ensino experimental das ciências no agrupamento de escolas Fernão de Magalhães. *Interacções, 11*(39), 552-563.

Teixeira, J. J., Teixeira, L. & Soares, A. (2019). Proposal of a methodology for an active learning in sciences. *Millenium, 2*(10), 55-60.

Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2018). Uma proposta metodológica para os alunos gostarem de aprender ciência e tecnologia. In J. Lopes, J. Cravino & C. Costa (Eds.), *Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia (VPCT2018)* (pp. 21-30). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Visão (2014). *Física e Química: O patinho feio*. Disponível em: http://visao.sapo.pt/actualidade/sociedade/fisica-e-quimica-o-patinho-feio=f802016

APROXIMAR A CIÊNCIA E A SOCIEDADE: O POTENCIAL DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NA CIÊNCIA CIDADÃ

Tiago Ribeiro, Clara Vasconcelos

Unidade de Ensino das Ciências, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto & Instituto de Ciências da Terra, Polo do Porto (PORTUGAL)
tiago.ribeiro@fc.up.pt

Resumo

Encontramo-nos imersos numa sociedade científica e tecnologicamente cada vez mais avançada e exigente. No nosso cotidiano, várias são as situações nas quais recorremos, inconscientemente, a conhecimentos científicos no sentido de estabelecer tomadas de decisão ou simplesmente compreender aquilo com que contactamos (Vasconcelos, Cardoso & Vasconcelos, 2018). Contudo, neste processo espontâneo, a ciência – a sua natureza, propósito(s) ou sentido(s) – não é totalmente compreendida pelos cidadãos (European Commission, 2015). No sentido de diminuir o hiato entre a ciência e a sociedade, há um crescente esforço e preocupação no estabelecimento de um maior número, e melhores, atividades científicas, quer do ponto de vista educativo, quer de divulgação e comunicação da ciência (Cornell & Prentice, 2012). No entanto, nestas perspetivas, os cidadãos são vistos como o público-alvo destas ações, sendo que a tónica se encontra voltada, essencialmente, para o desenvolvimento de saberes científicos ou para a criação de uma visão mais atrativa e/ou lúdica daquilo que é a ciência. Porém, não é suficiente que os cidadãos estejam dotados de saberes concetuais ou possuam afabilidade pela ciência. Torna-se imperativo o estabelecimento de uma integração mais profunda entre a ciência e os cidadãos. Neste sentido, desde a última década do século XX, surgiu na literatura da especialidade o termo ciência cidadã (Irwin, 2002; Mueller & Tippins, 2012). Entre as várias definições deste termo, a ciência cidadã, aqui defendida, surge como uma nova forma de interação entre os cientistas e os cidadãos, através da participação e envolvimento destes no desenvolvimento da prática científica, podendo assumir múltiplas formas e apresentar-se em vários contextos (Irwin, 2002). Esta articulação poderá possibilitar uma melhor compreensão da ciência pela sociedade. A inclusão dos cidadãos neste processo pode, inclusive, orientar e estabelecer novas linhas de investigação (Irwin, 2002; Mueller & Tippins, 2012). Este facto é especialmente importante em algumas áreas científicas que contactam e influenciam diretamente os cidadãos, como a sociologia e, em particular, a educação. Contudo, a ciência cidadã encontra-se, geralmente, associada a áreas como a ecologia e as ciências do ambiente, versando temas como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, a poluição ou a destruição de habitats (Bonney et al., 2009; Mueller & Tippins, 2012). Neste sentido, a educação em ciências torna viável a articulação destas áreas e temas científicos e os cidadãos, uma vez que estes ocupam um papel central no processo de educar. Por outro lado, através da educação formal, não-formal e informal das ciências, podem ser criadas novas e outras modalidades de desenvolvimento da ciência cidadã. Adicionalmente, poderão ser endereçados outros desafios, de natureza geoética, relacionados com o desenvolvimento sustentável, como a exploração de recursos naturais, a conservação do património natural, entre outros.

Palavras-chave: Ciência Cidadã; Educação em Ciências.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o termo ciência cidadã tem ganho especial relevância e valor na literatura da especialidade. São várias as instituições de investigação científica, instituições educativas, e até entidades governamentais e não governamentais, que empregam este termo nos seus projetos de investigação e desenvolvimento, planos de atividades e relatórios oficiais. Contudo, a ciência cidadã surgiu na literatura há cerca de 30 anos, profundamente relacionada com a compreensão pública da ciência. Com aparecimento nos anos 90, existem duas correntes ideológicas e geograficamente distintas e intimamente relacionadas com dois autores: Rick Bonney, ornitólogo americano, e Alan Irwin, sociólogo inglês (Riesh & Potter, 2014).

De uma forma geral e atual, a ciência cidadã refere-se à inclusão de cidadãos numa ou mais etapas do processo de investigação científica. Porém, na sua origem encontram-se intenções e

ideologias diversas. A definição deste termo por Rick Bonney baseia-se no envolvimento de cidadãos em projetos de investigação científica, voltados sobretudo para a ecologia, com incentivo à integração de elementos da sociedade na recolha de dados (Bonney, Ballard & Jordan, 2009; Riesh & Potter, 2014). A ênfase desta forma de ciência cidadã assenta nas responsabilidades da própria ciência para com a sociedade – a chamada ciência cidadã democrática –, uma vez que possibilita aos cidadãos a participação no desenvolvimento da ciência e, consequentemente, na sociedade (Bonney et al., 2009). Esta definição encontra-se na literatura associada ao termo *Public Understanding of Science* (PUS), com origem anterior – nas décadas de 40 e 50 (Riesh & Potter, 2014).

Por outro lado, Alan Irwin defende uma noção de ciência cidadã mais participativa e inclusiva, na qual os cidadãos contribuem para e no desenvolvimento da ciência, nomeadamente através da sua inclusão na própria prática científica, como por exemplo na recolha de dados ou no estabelecimento dos objetivos da investigação (Irwin, 2002). Esta definição encontra-se na literatura associada ao termo *Public Participation in Science Research* (PPSR) (Irwin, 2002). Este autor defende o desenvolvimento de conceitos de cidadania científica que enfatizem a necessidade de abrir ao público os métodos científicos (Cavalier & Kennedy, 2016; Irwin, 2002). Para Irwin existem duas dimensões na relação entre os cidadãos e a ciência: i) a ciência deve responder às preocupações e necessidades dos cidadãos; ii) os próprios cidadãos podem participar na construção de conhecimento científico fidedigno (Cavalier & Kennedy, 2016).

Ciência cidadã: evolução do termo e o envolvimento público na prática científica

O termo "ciência cidadã" termo popularizou-se na última década com o crescente número de iniciativas e projetos no âmbito da ciência cidadã, ganhando maior expressão e solidez. Este facto encontra-se traduzido no aumento de projetos financiados com a participação de cidadãos, levando a Comissão Europeia a publicar dois documentos: "*Green Paper on Citizen Science, Citizen Science for Europe: Towards a better society of empowered citizens and enhanced research*" (Socientize Consortium, 2013) e "*White Paper on Citizen Science for Europe*" (Socientize Consortium, 2014), respetivamente. Nestes documentos são estabelecidos e definidos princípios e estratégias norteadores para a inclusão pública na atividade científica, o papel dos decisores políticos e dos programas de financiamento, como o *Horizon 2020*. No primeiro documento define-se ainda ciência cidadã como:

> "*Citizen Science refers to the general public engagement in scientific research activities when citizens actively contribute to science either with their intellectual effort or surrounding knowledge or with their tools and resources. Participants provide experimental data and facilities for researchers, raise new questions and co-create a new scientific culture. While adding value, volunteers acquire new learning and skills, and deeper understanding of the scientific work in an appealing way. As a result of this open, networked and transdisciplinary scenario, science-society-policy interactions are improved leading to a more democratic research based on evidence-informed decision making.*" (Socientize Consortium, 2013, p. 6).

Os diferentes graus de envolvimento público e modelos de implementação da ciência cidadã

As investigações científicas compreendem vários processos, etapas ou atividades, nas quais os cidadãos podem ser incluídos. Estes podem abranger a escolha e/ou definição do problema de investigação, a recolha de dados e instrumentos, o desenvolvimento de hipóteses, a definição do *design* e metodologias de investigação, a análise e interpretação dos dados, o estabelecimento e disseminação de conclusões ou a discussão de resultados e formulação de novas linhas de investigação (Irwin, 2002; Cavalier & Kennedy, 2016).

Numa perspetiva educativa, os modelos de participação pública na investigação científica (PPSR) podem diferir em grande escala no grau envolvimento dos cidadãos, fazendo variar a extensão do domínio dos participantes nas diferentes etapas científicas. Desta forma, os projetos de ciência cidadã podem dividir-se em três categorias participantes, consoante o modelo de participação pública (Cavalier & Kennedy, 2016):

i. **projetos contributivos:** são projetos geralmente traçados pelos investigadores, nos quais os cidadãos participam apenas na recolha de dados;

ii. **projetos colaborativos:** são projetos esboçados primariamente pelos investigadores, mas nos quais os cidadãos além de participarem na recolha de dados, também auxiliam na (re)definição do projeto, na análise de dados ou na disseminação dos resultados;

iii. **projetos de cocriação:** são projetos delineados, quer pelos investigadores, quer pelos cidadãos, nos quais os cidadãos estão ativa e diretamente envolvidos na maioria, ou em todas, as etapas do processo científico.

Estas categorias apresentam-se organizados segundo um nível hierárquico crescente de envolvimento público, sendo que: os projetos contributivos são aqueles com menor participação dos cidadãos e os projetos de cocriação os que revelam maior envolvimento público.

CONSTRANGIMENTOS ÉTICOS DA CIÊNCIA CIDADÃ

Como em qualquer tipo investigação e/ou projetos, existem dilemas e precauções éticas associadas. Existem dois grandes constrangimentos éticos relacionados com projetos de ciência cidadã: i) a qualidade dos dados e do seu tratamento; ii) a utilização de dados de origem pública e a possível "instrumentalização" dos participantes (Riesh & Potter, 2014).

Em relação à qualidade dos dados e do seu tratamento, assiste-se, por vezes, à desvalorização dos dados recolhidos e, consequentemente, das conclusões que daí advém, existindo alguma relutância da comunidade científica em considerá-los igualmente válidos. Para ultrapassar este constrangimento os investigadores desenvolveram várias estratégias, como: i) promover ações de formação e uma forte supervisão; ii) cruzamento interno e externo dos dados obtidos com a literatura existente; iii) administração de um questionário final aos participantes; iv) simplificação das tarefas solicitadas ao público e/ou adaptação do problema de investigação (Riesh & Potter, 2014).

Por outro lado, as questões éticas relacionadas com a utilização de dados de origem pública e a possível "instrumentalização" do público são mais complexas. Torna-se necessária a transparência das informações e dados recolhidos, a explicação dos motivos da informação dos dados recolhidos e a manutenção dos participantes informados durante todo o processo. Também é comum a discussão sobre a autoria dos dados recolhidos e apropriação dos mesmos para a produção de publicações científicas.

Este facto aliado à maior robustez, importância e quantidade de projetos de ciência cidadã, levou que, em setembro de 2015, a *European Citizen Science Association* (ECSA) publicasse os dez princípios da ciência cidadã, desenvolvidos pelo grupo de trabalho "*Sharing best practice and building capacity*" desta associação. Estes princípios encontram-se listados seguidamente (ECSA, 2015):

I. Os projetos de ciência cidadã envolvem ativamente cidadãos na prática científica geram novos conhecimentos ou inteligências. Os cidadãos podem agir como agentes contribuidores, colaboradores ou como líderes do projeto e terem um papel significativo no mesmo.

II. Os projetos de ciência cidadã apresentam resultados científicos autênticos.

III. Tanto os cientistas profissionais quanto os cidadãos beneficiam simultaneamente da sua participação no projeto. Os benefícios podem incluir a publicação dos resultados, oportunidades de aprendizagem, realização pessoal, benefícios sociais, satisfação, etc., contribuindo com evidências científicas, por exemplo, abordar questões locais, nacionais e internacionais e, desta forma, potencialmente influenciar políticas.

IV. Os cidadãos podem, se desejarem, participar em várias etapas do processo científico. Isso pode incluir o desenvolvimento do problema de investigação, a escolha das metodologias, a recolha e análise de dados e a comunicação dos resultados.

V. Os cidadãos devem receber *feedback* do projeto. Por exemplo, quais são os seus dados que estão a ser usados e quais são os resultados da pesquisa, da política ou da sociedade.

VI. A ciência cidadã é considerada uma abordagem de investigação como qualquer outra, com limitações e desvantagens que devem ser consideradas e controladas. No entanto, diferentemente das demais abordagens investigativas, a ciência cidadã oferece oportunidades para maior envolvimento público e democratização da ciência.

VII. Os dados e metadados recolhidos durante o projeto de ciência cidadã são disponibilizados ao público e, quando possível, estes são publicados em formato de acesso aberto. A partilha de dados pode ocorrer durante ou após o projeto, a menos que haja preocupações de segurança ou privacidade que o impeçam.

VIII. Os cidadãos são reconhecidos nos resultados e nas publicações do projeto.

IX. Os programas de ciência cidadã são avaliados pela sua produção científica, qualidade dos dados, experiência dos participantes e impacto social ou político.

X. Os líderes dos projetos de ciência cidadã devem ter em consideração questões legais e éticas que envolvem direitos autorais, propriedade intelectual, acordos de partilha de dados, confidencialidade, jurisdição e o impacto ambiental de qualquer atividade desenvolvida.

Estes princípios vêm estabelecer uma série de normas de conduta que defendem quer os cidadãos participantes nos projetos, quer os investigadores e, ainda, asseguram uma melhor orientação da investigação.

CIÊNCIA CIDADÃ E POSSÍVEIS INTERFACES COM O ENSINO DAS CIÊNCIAS E, EM PARCITULAR, COM A GEOÉTICA

Encontramo-nos numa sociedade científica e tecnologicamente cada vez mais avançada e exigente, com desafios societais difíceis de responder. No nosso cotidiano, várias são as situações nas quais recorremos, inconscientemente, a conhecimentos científicos no sentido de estabelecer tomadas de decisão ou simplesmente compreender aquilo com que contactamos (Vasconcelos, Cardoso & Vasconcelos, 2018).

Contudo, como referido anteriormente, neste processo espontâneo, a ciência, a sua natureza, propósito(s) ou sentido(s) não são totalmente compreendidos pelos cidadãos (European Commission, 2015). No sentido de diminuir o hiato entre a ciência e a sociedade, há um crescente esforço e preocupação no estabelecimento de um maior número, e melhores, atividades científicas, quer do ponto de vista educativo, quer de divulgação e comunicação da ciência (Cornell & Prentice, 2012). No entanto, nestas perspetivas, os cidadãos são vistos como o público-alvo destas ações, sendo que a tónica se encontra voltada, essencialmente, para o desenvolvimento de saberes científicos ou para a criação de uma visão mais atrativa daquilo que é a ciência.

Porém, não é suficiente que os cidadãos estejam dotados de saberes concetuais ou possuam afabilidade pela ciência. Torna-se imperativo o estabelecimento de uma integração mais profunda entre a ciência e os cidadãos. Esta articulação poderá possibilitar uma melhor compreensão da ciência pela sociedade. A inclusão dos cidadãos neste processo pode, inclusive, orientar e estabelecer novas linhas de investigação (Irwin, 2002; Mueller & Tippins, 2012; Mueller, Tippins & Bryan, 2012). Este facto é especialmente importante em algumas áreas científicas que contactam e influenciam diretamente os cidadãos, como a sociologia e, em particular, a educação. Contudo, a ciência cidadã encontra-se, geralmente, associada a áreas como a ecologia e as ciências do ambiente, versando temas como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, a poluição ou a destruição de habitats (Bonney et al., 2009; Mueller & Tippins, 2012; Mueller, Tippins & Bryan, 2012).

Assim, o ensino das ciências torna viável a articulação destas áreas científicas com os cidadãos, uma vez que estes ocupam um papel central nos processos ensino e aprendizagem. Através de projetos de ciência cidadã, com forte componente educativa, podem ser criadas novas e outras modalidades de desenvolvimento do ensino das ciências, tornando-o mais imersivo e significativo.

Adicionalmente, poderão ser endereçados outros desafios relacionados com o desenvolvimento sustentável, como a exploração de recursos naturais, a conservação do património natural, entre outros. Estas temáticas atuais são facilmente extensíveis e ricas em dilemas de natureza geoética, nas quais podem ser trabalhados valores desta área emergente do conhecimento,

essenciais para um maior respeito pelo planeta e pela sobrevivência da humanidade na Terra. Estas duas últimas premissas correspondem a necessidades reais e latentes da sociedade global, sendo de especial importância o seu desenvolvimento com o envolvimento direto e ativo dos cidadãos, de forma a garantir a sustentabilidade da Terra.

CONCLUSÕES

Abordagens educativas alicerçadas em projetos de ciência cidadã poderão dotar os cidadãos de conhecimentos, competências, comportamentos e valores essenciais para que estes participem de forma ativa e responsável na sociedade e, consequentemente, na prática científica. Os diversos graus de envolvimento público possibilitam grande flexibilidade na sua aplicação em diversos contextos. Não obstante, a integração dos cidadãos nestes projetos pode revelar-se bastante inclusiva, não se dirigindo apenas a públicos em idade escolar ou com determinadas formações académicas, permitindo o seu cruzamento com a educação ao longo da vida, independentemente do seu contexto sociocultural.

Porém, este conceito humanístico de ciência é complexo e carece de um maior desenvolvimento e investimento em práticas, recursos e ferramentas, de forma a operacionalizá-lo no ensino das ciências, especialmente em Portugal, no qual ainda se encontra numa fase pré-paradigmática. No entanto, como referido anteriormente, tem-se verificado um maior número de iniciativas neste âmbito.

Por outro lado, a inclusão da geoética neste trajeto, poderá ser um veículo facilitador da sua integração da ciência cidadã no ensino das ciências (e vice-versa) e, em simultâneo, poderá criar momentos de reflexão sobre as práticas humanas e seu impacto na Terra, indo ao encontro de recentes e cada vez mais expressivas necessidades da sociedade contemporânea.

AGRADECIMENTO

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), através da Bolsa de Doutoramento, com tese intitulada "*Abordar o Sistema Terra numa perspetiva Geoética: da Educação em Ciências à Ciência Cidadã*", com referência SFRH/BD/143306/2019.

REFERÊNCIAS

Bonney, R., Ballard, H., & Jordan, R. (2009). *Public participation in scientific research: Defining the field and assessing its potential for science education*. Washington, DC: Center for the Advancement of Informal Science Education.

Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. BioScience, 59(11), 977-984. doi:10.1525/bio.2009.59.11.9

Cavalier, D., & Kennedy, E. B. (Eds.). (2016). *The rightful place of science: Citizen science*. Arizona: Consortium for Science, Policy & Outcomes.

Cornell, S. E., & Prentice, I. C. (2012). Society's responses and knowledge gaps. Em S. Cornell, I. C. Prentice, J. House e C. Downy (Eds), Understanding the Earth System: Global Change Science for Application (pp. 245-256). Cambridge: Cambridge University Press.

European Citizen Science Association (ECSA) (2015). *Ten principles of citizen science*. Retirado de https://tinyurl.com/y8clqwbd

European Commission (2015). Science Education for Responsible Citizenship (EUR/26893/EN). Retirado de http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Irwin, A. (2002). Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development. London: Routledge.

Mueller, M. P. & Tippins, D. J. (2012). Citizen Science, Ecojustice, and Science Education: Rethinking an Education from Nowhere. Em B. J. Fraser, K. G. Tobin e C. J. McRobbie (Eds), *Second International Handbook of Science Education (Volume 1)* (pp. 865-882). London: Springer.

Mueller, M. P., Tippins, D., & Bryan, L. A. (2012). The future of citizen science. *Democracy and Education, 20*, 1–12.

Riesch, H., & Potter, C. (2014). Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions. *Public Understanding of Science, 23*(1), 107-120.

Socientize Consortium. (2013). *Green Paper on Citizen Science, Citizen Science for Europe: Towards a better society of empowered citizens and enhanced research*. Brussels: The Socientize Consortium of the European Commission.

Socientize Consortium. (2014). *White Paper on Citizen Science for Europe*. Brussels: The Socientize Consortium of the European Commission.

Vasconcelos, C., Cardoso, A. & Vasconcelos, L. M. (2018). Socio-Scientific Issues and Scientific Literacy. Em L. G. Chova, A. L. Martínez & I. C. Torres (Eds.), ICERI2018 Proceedings (pp.7500-7). Seville: IATED

LITERACIA EM GEOCIÊNCIAS, A ÉTICA E O CUSTO DO CONFORTO NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: AS BATERIAS DE IÕES DE LÍTIO

Lúcia Ferreira, Marta Paz, Maria Lurdes Alves, Maria João Mendonça, Clara Vasconcelos

Unidade de Ensino das Ciências, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (PORTUGAL)
luciaferreira@fc.up.pt

Resumo

Vivemos num planeta sujeito a contínua mudança onde, à escala do tempo geológico, já ocorreram divisões e uniões continentais, alteração dos níveis da água do mar, mudanças climáticas e o surgimento e extinção de inúmeras espécies (Pedrinaci et al., 2013).

A dinâmica deste planeta permite-nos extrair dele diversos recursos imprescindíveis à nossa sobrevivência e outros que, não sendo vitais, satisfazem as necessidades de uma sociedade cada vez mais consumista. Enquanto as geociências fornecem uma importante base para compreender os problemas da Terra, a relação entre a degradação ambiental e a escassez de recursos naturais, e as instabilidades e desigualdades económicas, políticas e sociais, exigem uma abordagem mais interdisciplinar, como forma de garantir a sustentabilidade (Walsh & Davis, 2017).

O lítio é um metal com uma multiplicidade de aplicações numa grande diversidade de indústrias. Nos últimos tempos, o interesse na procura do lítio tem aumentado, acrescendo as preocupações de um desenvolvimento socioeconómico e ambiental sustentável. A necessidade tecnológica do lítio em *tablets*, *smartphones*, computadores portáteis, leitores de *mp3*, câmaras fotográficas e veículos elétricos pressiona a sua exploração (Scrosati & Garche, 2010). Também o cobalto usado no fabrico destas baterias, cujas maiores reservas se localizam na República Democrática do Congo (RDC), deixa antever problemas éticos e de sustentabilidade na sua exploração (Sverdrup, Ragnarsdottir, & Koca, 2017).

De forma a avaliar a literacia científica dos portugueses sobre as baterias de iões de lítio e verificar se a população portuguesa está disposta a contribuir para o desenvolvimento sustentável, abdicando obviamente de algum conforto, foi aplicado um questionário numa amostra intencional da população (n=162), uma vez que os indivíduos foram inquiridos à entrada da loja do cidadão de uma cidade do norte do país, por considerarmos que o público que utiliza este estabelecimento apresenta caraterísticas próximas da generalidade da população.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável; baterias de lítio; geoética.

INTRODUÇÃO

O Homem sempre esteve, de uma forma mais ou menos intensa, dependente dos recursos da Terra. Atualmente, exploramos muito mais esses recursos do que os nossos antepassados, colocando em causa a sua renovação atempada para responder às necessidades da vida na Terra.

A emergência de uma era antropocénica enfatiza a nossa responsabilidade coletiva perante o planeta. À geologia, cabe o papel que a nenhuma outra Ciência foi atribuído, que é o de procurar uma compreensão unificada da nossa relação com o planeta. Por essa razão, podemos imaginar uma era em que será necessário temperar o nosso imperativo tecnológico e respeitar os limites naturais (Frodeman, 2004).

Neste século XXI, os avanços do conhecimento acontecem a um ritmo alucinante. No entanto, pensamos que não podemos considerar esta sociedade do conhecimento como sendo uma inevitabilidade. Educar em geociências constitui, assim, uma premente forma de incutir nas gerações futuras uma sensibilidade para a tão necessária preservação dos recursos geológicos, levando, consequentemente, à tomada de consciência da geodiversidade, alicerce fundamental de qualquer ecossistema, algo que se enquadra harmoniosamente na perspetiva geral de

valores, em torno do respeito pela biodiversidade e pelo desenvolvimento sustentável (Mateus, 2001).

Releva-se também o papel da geoética e a necessidade de nos regermos pelo princípio da precaução, ou seja, face a danos ambientais irreversíveis, ou cuja reversibilidade é apenas conseguida com enorme esforço, justifica-se a tomada de medidas de prevenção, mesmo na ausência de uma evidência científica conclusiva (Almeida, 2014). Afigura-se, deste modo, como fundamental, efetuar uma gestão do risco *apriori*, associando-se a esta avaliação uma ética de responsabilidade.

Simultaneamente, a educação em ciências geológicas tem um papel fulcral no sentido de contribuir para que as crianças e jovens percebam a importância da geologia no nosso quotidiano, estando presente em inúmeros utensílios que usamos diariamente (pasta dos dentes, maquilhagem, copos de vidro, louças, televisão, telemóvel, sacos de plástico), pois, tal como afirmam Tewksbury, Manduca, Mogk & Macdonald (2013, p.190), "o futuro depende da nossa compreensão geocientífica do planeta".

Destaca-se, desta forma, a importância coletiva que todos nós temos de assumir (e os professores de uma forma ainda mais evidente), no sentido de sermos capazes de imprimir transformações que possam formar cidadãos cientificamente mais cultos e capazes de participar ativa, e responsavelmente, em sociedades que se querem abertas, democráticas e muito mais sustentáveis. Na prossecução desse objetivo, a sociedade terá de legitimar a ciência, a tecnologia, e particularmente a educação, como umas das principais armas para a mudança (Leinfelder, 2013).

Um dos desafios das escolas é assegurar a preparação dos alunos para as múltiplas exigências das sociedades contemporâneas. O *perfil do aluno para o século XXI* consagra que à saída do seu percurso escolar os jovens estejam munidos de múltiplas literacias que lhes permitam analisar, questionar, tomar decisões e ser conscientes de si e do mundo que os rodeia (Gomes et al., 2017). Ao mesmo tempo, reforça alguns princípios orientadores para a educação do nosso século, como a Educação para o Desenvolvimento Sustentável, ou a Aprendizagem ao Longo da Vida. Esta última, devido ao aumento da esperança média de vida dos cidadãos dos países desenvolvidos, nos quais Portugal se enquadra, adquire também uma relevância acrescida. Os últimos dados disponibilizados em Portugal, relativos ao ano de 2016, apontam para uma esperança média de vida de 80,6 anos (INE, PORDATA, 2018). Dado que a idade atual de reforma, no nosso país, ronda os 67 anos, ilustra-se bem a importância que este grupo de cidadãos de idades mais avançadas vai adquirindo na nossa sociedade.

Apesar das iniciativas para potenciar e ampliar a literacia científica ocorrerem preferencialmente nas camadas mais jovens da população, o aumento do número de instituições vocacionadas para o ensino nestas faixas etárias, como as Universidades Séniores, é elucidativo da sua acrescida importância no contexto de um país onde há cada vez mais cidadãos destas idades, que procuram aumentar os seus conhecimentos em diversas áreas (Vasconcelos, Cardoso, Faria, Ribeiro & Ribeiro, 2017).

Sendo também proclamados e preconizados os objetivos de uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável na atual Agenda 2030 das Nações Unidas, a qualidade na educação, o incentivo ao trabalho que promova a dignidade humana, aliada ao crescimento económico, bem como a gestão sustentável dos recursos minerais e das suas aplicações tecnológicas, surgem como problemas de estudo prementes a serem alvo de um ensino contextualizado na Educação em Ciências.

Baterias de iões de lítio

O lítio é o elemento metálico mais leve que se conhece e ocorre na natureza fazendo parte de diversas espécies minerais, sendo as mais comuns a espodumena, a lepidolite, a petalite, a ambligonitemontebrasite e a trifilite-litiofilite. Estes minerais estão geralmente associados a estruturas filonianas aplitopegmatíticas ou hidrotermais, que se formam nos estágios finais de consolidação de magmas graníticos (Relatório do grupo trabalho do lítio, 2017).

O lítio (Li) é um metal alcalino, macio e branco prateado, sendo o elemento sólido menos denso, a sua densidade é cerca de metade da da água (Christmann, Gloaguen, Labbé, Melleton & Piantone, 2015). Na natureza é possível encontrar e explorar lítio a partir de pegmatitos (Dias,

Leal, Lima & Noronha, 2017), principalmente silicatos como a espodumena, a lepidolite e a petalite, ou fazer a sua extração a partir de salmouras (essencialmente lagos salgados). A primeira forma é bastante mais cara (cerca de 2,5 vezes) do que a segunda possibilidade (Relatório do grupo de trabalho do lítio, 2017). Embora os custos de produção variem de acordo com a região, com os teores de lítio e com outros fatores produtivos, podem indicar-se como custos de produção os valores típicos seguintes, que explicam a opção metalúrgica dos últimos anos: aproximadamente 1700 euros (€) por tonelada (t) de concentrado de lítio, para produção a partir de salmouras e cerca de 4250 €/t de concentrado de lítio, para produção a partir de pegmatitos. As diferenças nos custos resultam da complexidade relativa desses processos: enquanto o lítio nas salmouras já está numa forma solúvel em água, necessitando apenas de operações de concentração (evaporação, vulgarmente usando energia solar) e purificação, na exploração de minerais a partir de pegmatitos, há que realizar uma série de operações de mineração, concentração física, conversão térmica e reação química, até se conseguir obter o lítio numa forma solúvel. Assim, neste caso, há custos acrescidos nos consumos de reagentes químicos, que são vulgarmente os custos mais importantes, e de energia (Grupo de trabalho do lítio, 2017).

Portugal é o único país europeu que atualmente explora as suas reservas de lítio. A nível mundial, as maiores reservas deste mineral encontram-se no Chile, China, Argentina e Austrália (Swain, 2017).

De um modo geral, estas mineralizações correspondem a estruturas aplitopegmatíticas tabulares, dispostas de modo sub-horizontal (soleiras) ou subvertical (diques). A espessura é muito variável, mas no geral ronda 1m; a extensão dos afloramentos destas estruturas é também muito variável, desde algumas dezenas de metros, até mais de 1 km (Relatório do grupo de Trabalho do Lítio, 2017). O mercado do lítio, e dos seus compostos, abrange aplicação num amplo e diversificado espectro de indústrias (fig. 1) (Dessemond, Lajoie-Leroux, Soucy, Laroche & Magnan, 2019).

Atualmente, as baterias de iões de lítio são as baterias recarregáveis mais promissoras, devido às suas características incomparáveis: carregam mais rápido, duram mais tempo, têm maior densidade energética e maior autonomia, ocupando menos espaço (Scrosati & Garche, 2010).

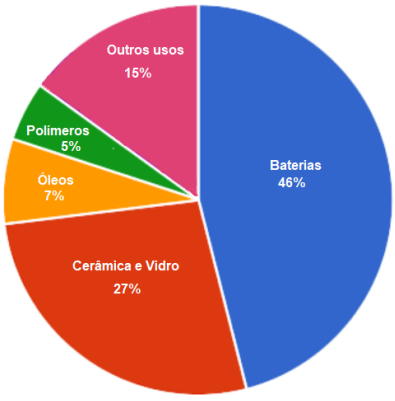


Figura 1. Consumo setorial de lítio em 2017. Adaptado de Dessemond et al, 2019, p.2.

Com a procura crescente do lítio, a reciclagem de produtos em fim-de-vida, nomeadamente das baterias de iões de lítio (LIBs), é fundamental de forma a implementar um sistema de economia circular para este metal. Com o desenvolvimento do veículo elétrico, esta questão tornar-se-á estratégica. A maioria dos processos de reciclagem deste tipo de baterias, atualmente vigentes, estão mais focados na recuperação de outros metais de valor presentes nas baterias, como o cobalto e o níquel, mas os processos futuros terão que encarar a recuperação do lítio como um objetivo prioritário (Relatório do grupo de trabalho do lítio, 2017).

Desde a sua comercialização pela Sony em 1991, as LIBs têm sido muito utilizadas em telemóveis, computadores portáteis, câmaras digitais, etc. (Bertuol et al., 2015).

Um dos materiais mais importantes das baterias de iões de lítio é o cobalto, que tem como principal finalidade incrementar a densidade energética do acumulador. Hoje, o cobalto é o constituinte mais caro de uma bateria de iões de lítio, sendo proposto no mercado por valores que rondam os 23280 €/t, o que chega a ser o dobro do que se pede pelo lítio (Amnesty International, 2016; Scheele, Haan, & Kiezebrink, 2016).

Grande parte do cobalto, mundialmente utilizado, é oriundo das explorações deste minério na República Democrática do Congo (RDC). Contudo, grande parte do cobalto que provém da RDC é extraído em minas de exploração artesanal e industrial, onde crianças e adultos recebem à volta de um dólar por dia, sem condições de segurança e sujeitos a violência, extorsão e intimidação. Segundo a Amnistia Internacional, 20% deste minério provém de minas de exploração artesanal, cujas condições de trabalho são ainda mais deploráveis do que as minas de exploração industrial (Amnesty International, 2016; Scheele et al., 2016).

METODOLOGIA

De acordo com a contextualização teórica apresentada, de forma a avaliar: (i) a literacia científica dos portugueses sobre as baterias de iões de lítio; (ii) verificar se a população portuguesa está disposta a contribuir para o desenvolvimento sustentável, abdicando de algum conforto; (iii) diagnosticar a importância da educação para que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, foi realizado um estudo descritivo recorrendo a um inquérito (survey), com validade e fiabilidade determinada junto de dois especialistas na temática em estudo, numa amostra intencional da população portuguesa (n=162). Os indivíduos foram inquiridos à entrada da loja do cidadão de uma cidade do norte do país, por considerarmos que o publico que utiliza este estabelecimento apresenta caraterísticas próximas da generalidade da população (trata-se de um local de fácil acesso e que permite a resolução de questões múltiplas e diversificadas, sendo um sítio privilegiado a que o cidadão recorre para pagar contas como água ou eletricidade, ou requisitar o cartão de cidadão ou passaporte). A recolha de dados implicou a realização de entrevistas com a duração máxima de 5 minutos. Após gravação estas foram transcritas para posterior análise de conteúdo qualitativo pela equipa de investigadores. Os resultados foram, também, analisados quantitativamente recorrendo-se ao software IBM® SPSS Statistics®, versão 25.

Portugal está avaliado no relatório sobre o desenvolvimento humano das nações unidas como tendo “um índex muito elevado de desenvolvimento humano” (United Nations, 2015, p.67), consideração que auxilia a interpretação dos dados.

Guião de entrevista

Os guiões de entrevista foram desenhados por 4 membros da equipa de investigação, tendo sido de seguida validados por dois investigadores: um da área de educação em geociências e outro da área dos recursos geológicos, ambos envolvidos em investigações que incidem na temática da exploração do lítio. De forma a responder às três questões de investigação referidas (i, ii e iii), foram quatro as questões levantadas durante o inquérito.

A entrevista iniciou-se com uma abordagem geral das caraterísticas das novas baterias recarregáveis: “Atualmente os telemóveis e os carros elétricos possuem baterias com caraterísticas particulares: carregam mais rápido, viciam menos e têm maior densidade energética, ou seja, têm maior autonomia, ocupam menos espaço e são mais leves”, sendo de seguida colocada a questão 1: “Sabe qual é o elemento químico essencial para as caraterísticas destas baterias?”

Posteriormente, revela-se aos entrevistados: “Para se fazer estas baterias incorpora-se também outros elementos químicos como o cobalto. Mais de 50% deste elemento provém da exploração mineira na República Democrática do Congo, onde se recorre ao trabalho infantil. “

Seguidamente, é apresentada uma imagem (fig. 2) sendo colocada, de imediato, a questão 2: “Estaria disposto a pagar mais 50% por uma bateria de lítio/cobalto de forma a não ser necessário recorrer à exploração infantil?”

Na prossecução destas questões, informámos: “A poluição ambiental nas cidades tem vindo a aumentar, relacionando-se com um maior número de mortes prematuras na Europa. Segundo um estudo publicado na revista Nature (Anenberg et al., 2015), no ano 2015, terão morrido prematuramente mais de 107.000 pessoas no mundo devido à poluição do ar provocada pelas particulas emitidas pelos veículos a diesel. O lítio é a base das baterias utilizadas nos veículos elétricos, atualmente mais ecológicos por não poluírem o ambiente com estas emissões”,

perguntando-se na questão 3: “Estaria disposto a pagar mais por um carro elétrico contribuindo dessa forma para diminuir a poluição ambiental na sua cidade?”

Figura 2. Exploração infantil numa mina de cobalto, na RDC. Adaptado de https://guardian .ng/news/is-child-labour-behind-the-making-of-batteries-for-major-tech-companies/.

Finalmente, questionou-se os cidadãos da importância da incorporação nos programas escolares de temas relacionados com a geologia no dia a dia, através da questão 4: “Acha que seria importante num programa escolar de ciências ensinar-se as consequências ambientais de extração/utilização de recursos (como o lítio para as baterias do telemóvel e dos carros elétricos ou petróleo para os sacos de plástico) que nos permitem manter o nosso estilo de vida?”

Adicionalmente a estas respostas, foram recolhidos dados acerca do género, idade e escolaridade dos intervenientes, para melhor análise das respostas obtidas e melhor fundamentação das conclusões alcançadas, de forma a conseguirmos indicadores que nos revelem as tendências da população portuguesa, relativamente às questões envolvidas neste estudo.

Procedimento

Após a validação do guião da entrevista, esta foi conduzida individualmente por 4 membros da equipa de investigação. Após pedido de autorização ao estabelecimento, os cidadãos portugueses foram convidados a participar neste estudo, à entrada de uma loja do cidadão, um espaço público bastante movimentado. As entrevistas ocorreram durante o horário de funcionamento do local escolhido (8:30 – 18:30), durante 4 dias e foram gravadas de forma a ser possível posteriormente obter uma transcrição fiável.

Amostra

O estudo usou uma amostra intencional da população portuguesa, representativa dos vários escalões etários a partir dos 18 anos, por isso, sem necessidade de consentimento parental (tabela 1).

Tabela 1. Caraterização da amostra (n=162).

Género (n; %)	**Idade (amplitude)**	**Escolaridade (amplitude)**
F (84; 51,9)	18-72	Sem 1º ciclo-doutoramento
M (78; 48,1)	18-80	Sem 1º ciclo-doutoramento

A amostra apresentou uma amplitude de idades entre 18 e 80 anos (apenas 3 com 18 anos e 1 com 80 anos), sendo a média das idades de 42,5 anos. A tabela 2 refere-se à caraterização da amostra, quanto à escolaridade.

Tabela 2. Caraterização da amostra (n=162), quanto à escolaridade.

Grau de escolaridade	Frequência (n)	Percentagem (%)
1º ciclo incompleto	2	1,2
1º ciclo	22	13,6
2º ciclo	15	9,3
3º ciclo	18	11,1
Secundário	55	34,0
bacharelato	1	0,6
licenciatura	33	20,4
mestrado	14	8,6
doutoramento	2	1,2

Na amostra inquirida, o grau de escolaridade mais frequente é o ensino secundário (34%), e o menos frequente, o bacharelato (0,6%). Uma vez que apenas foram inquiridos um indivíduo com bacharelato, dois com doutoramento e dois com o primeiro ciclo incompleto, optamos por não os considerar na análise dos resultados relativos às questões colocadas e a sua relação com o grau de escolaridade do entrevistado, por não terem significado estatístico.

De forma a simplificar a análise estatística, a amostra foi dividida em três grupos quanto à idade (tabela 3). O grupo 1 (G1) compreende os indivíduos entre 18 e 30 anos, considerados jovens, com idade geralmente associada a uma fase de estudo. O grupo 2 (G2) compreende os indivíduos entre 31 e 59 anos, considerados indivíduos em idade ativa, associada a desenvolvimento de atividade profissional. O grupo 3 (G3) compreende os indivíduos seniores, isto é, com idades superiores ou iguais a 60 anos, geralmente já aposentados profissionalmente ou em vias de, embora com alternativas ocupacionais.

Tabela 3. Caraterização da amostra (n=162), quanto à idade.

Grupo	Idade	Género		Total n (%)
		Feminino n (%)	Masculino n (%)	
G1	18-30	25 (48,1)	27 (51,9)	52 (100)
G2	31-59	43 (55,8)	34 (44,2)	77 (100)
G3	>= 60	16 (48,5)	17 (51,5)	33 (100)

Em relação à análise efetuada relativamente à proporção de indivíduos em cada um dos grupos, verificou-se que em G1 se entrevistaram 48,1% de mulheres e 51,9% de homens num total de 52 indivíduos; no G2, 55,8% de mulheres e 44,2% de homens num total de 77 indivíduos e no G3, 48,5% de mulheres e 51,5 % de homens num total de 33 indivíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere à questão 1, 62 cidadãos deram a resposta correta (lítio), como é possível observar na tabela 4. Apesar de na nossa amostra o sexo masculino ter dado maior percentagem de respostas corretas (43,6%), comparativamente ao sexo feminino (33,3%), o teste da independência do qui-quadrado de Pearson, foi de $\chi^2_{(2)} = 2,94; p = 0,230$ não revelando diferenças estatisticamente significativas, podendo concluir-se que não há relação entre estas variáveis, indicando que, neste estudo, o género não parece ter influência no conhecimento dos cidadãos portugueses acerca do componente principal das baterias atuais recarregáveis mais utilizadas atualmente, o lítio.

Tabela 4. Respostas dadas à questão 1 de acordo com o género.

Género	Lítio n (%)	Outro n (%)	Não sabe n (%)	Total n (%)
F	28 (33,3)	4 (4,8)	52 (61,9)	84 (51,9)
M	34 (43,6)	6 (7,7)	38 (48,7)	78 (48,1)
Total	62 (38,3)	10 (6,2)	90 (55,6)	162 (100)

Na tabela 5 foi analisada a relação entre os grupos de idade e a resposta correta à questão 1, tendo sido encontradas diferenças estatisticamente significativas, na nossa amostra, de valor $\chi^2_{(4)} = 14,74; p = 0,005$, indicando que a idade influencia o conhecimento da população portuguesa relativamente à utilização do lítio como recurso geológico, com caraterísticas essenciais para o fabrico das baterias recarregáveis mais usadas atualmente.

Tabela 5. Respostas dadas à questão 1, de acordo com a idade.

Grupos	Lítio n (%)	Não sabe n (%)
G1	19 (36,5)	33 (63,5)
G2	37 (48)	40 (52)
G3	6 (18,2)	27 (81,8)
Total	62 (100)	100 (100)

Os resultados da tabela 5 revelaram que os entrevistados do G2, deram maior percentagem de respostas corretas (48%), seguido do G1 com 36,5% e por último o G3 com apenas 18,2%, indicando que os cidadãos em idade profissionalmente ativa estão mais informados relativamente ao uso do lítio nas baterias de telemóveis e outros equipamentos eletrónicos.

Já em relação à análise entre o grau de escolaridade e a resposta correta à questão 1, tal como mostra a tabela 6, esta revelou-se estatisticamente significativa com valor $\chi^2_{(16)} = 31,52; p = 0,012$, constatando-se que o maior número de respostas corretas à questão 1 foi dada pelos cidadãos com grau de escolaridade superior ou igual ao ensino secundário, com exceção para o bacharelato, uma vez que o número de inquiridos foi de apenas um indivíduo.

Relativamente à questão 2, 148 cidadãos (91,4%) deram a resposta afirmativa quanto ao acréscimo de mais 50% no pagamento de uma bateria de telemóvel, de forma a não contribuir para a exploração infantil na extração do cobalto (tabela 7). Na análise do teste do qui-quadrado independente, que relacionou a idade, o género e a escolaridade com a resposta afirmativa à questão 2, o resultado não foi estatisticamente significativo, revelando que nenhuma destas três variáveis influenciam a decisão de pagar mais por uma bateria com estas caraterísticas pois, praticamente todos os entrevistados responderam afirmativamente, demonstrando a quase universalidade na resposta dos inquiridos relativamente a esta questão ética.

Tabela 6. Respostas dadas à questão 1 de acordo com a escolaridade.

Escolaridade	**Lítio** n (%)	**Não sabe** n (%)	**Total** n (%)
1º ciclo incompleto	0 (0)	2 (100)	2 (100)
1º ciclo	0 (0)	22 (100)	22 (100)
2º ciclo	3 (20)	12 (80)	15 (100)
3º ciclo	4 (22,2)	14 (77,8)	18 (100)
Secundário	29 (52,7)	26 (47,3)	55 (100)
Bacharelato	0 (0)	1 (100)	1 (100)
Licenciatura	18 (54,5)	15 (45,5)	33 (100)
Mestrado	7 (50)	7 (50)	14 (100)
Doutoramento	1 (50)	1 (50)	2 (100)
Total	62 (100)	100 (100)	162 (100)

No que concerne à questão 3, 136 cidadãos (84%) deram a resposta afirmativa quanto à aquisição de um carro elétrico de forma a não contribuir para o aumento da poluição ambiental nas cidades (tabela 8).

Tabela 7. Respostas dadas à questão 2 de acordo com a idade.

Grupos	Pagar sim n (%)	Pagar não n (%)
G1	47 (90,4)	5 (9,6)
G2	74 (96,1)	3 (3,9)
G3	27 (81,8)	6 (18,2)
Total	148 (91,4)	14 (8,6)

Apesar desta elevada percentagem de respostas afirmativas, um número relevante de inquiridos (25,9%) referiu que a mesma estaria sempre dependente do preço "Claro que sim, mas depende do preço". Quanto à razão para as respostas negativas, 22,2% afirmaram: "Não tenho possibilidades económicas" e 18,5% responderam "Porque os carros elétricos são muito caros", deixando antever que a disponibilidade financeira acaba por suplantar a sensibilidade para estas questões ambientais. Na análise estatística não surgiram diferenças estatisticamente significativas nem quanto à idade, nem quanto ao género e a resposta afirmativa a esta questão.

As diferenças estatisticamente significativas existem entre o grau de escolaridade do entrevistado e a resposta afirmativa à questão (tabela 9), com valor $\chi^2_{(8)} = 16,68; p = 0,034$, indicando que o maior grau de escolaridade está intrinsecamente associado à maior sensibilidade para as questões ambientais, não podendo, no entanto, ser dissociado da tendência para um maior poder de compra dos cidadãos mais escolarizados.

Tabela 8. Respostas dadas à questão 3 de acordo com a idade.

	Carros elétricos compra n (%)	Carros elétricos não compra n (%)
G1	43 (82,7)	9 (17,3)
G2	64 (83,1)	13 (16,9)
G3	29 (87,9)	4 (12,1)
Total	136 (84)	26 (16)

Finalmente, no que diz respeito à questão 4, todos os cidadãos inquiridos responderam afirmativamente à importância de, num programa escolar de ciências, se ensinar as consequências ambientais de extração/utilização de recursos (como o lítio para as baterias do telemóvel e dos carros elétricos ou petróleo para os sacos de plástico) que nos permitem manter o nosso estilo de vida.

Tabela 9. Respostas dadas à questão 3 de acordo com a escolaridade.

Escolaridade	Carros elétricos compra n (%)	Carros elétricos não compra n (%)	Total n (%)
1º ciclo incompleto	0 (0)	2 (100)	2 (100)
1º ciclo	16 (72,7)	6 (27,2)	22 (100)
2º ciclo	11 (73,3)	4 (26,7)	15 (100)
3º ciclo	14 (77,8)	4 (22,2)	18 (100)
Secundário	50 (90,9)	5 (9,1)	55 (100)
Bacharelato	1 (100)	0 (0)	1 (100)
Licenciatura	29 (87,8)	4 (12,2)	33 (100)
Mestrado	12 (85,7)	2 (14,3)	14 (100)
Doutoramento	2 (100)	0 (0)	2 (100)
Total	135 (100)	27 (100)	162 (100)

Apesar da maioria dos inquiridos não ter justificado a sua resposta (56,8%), verifica-se que dentro daqueles que a fundamentaram, o argumento mais utilizado foi: “Porque a educação ambiental é importante “(16,7%), seguindo-se o argumento: “Quanto mais cedo melhor” (13,6%), mostrando que os inquiridos consideram importante a preservação do meio ambiente e que este ensino ocorra em idades escolares mais precoces.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo, permitem-nos concluir que, na amostra considerada, foi revelado algum desconhecimento científico dos portugueses relativamente às baterias de iões de lítio. Ao mesmo tempo, também nos permitem inferir que, quer a idade, quer o grau de escolaridade, influenciam o conhecimento da população portuguesa em relação a esta utilização do lítio. Em relação à idade, apesar de todos os grupos estudados terem demonstrado um nível

baixo de conhecimento científico sobre este tema, o G3 é aquele que apresenta piores resultados, sugerindo um défice na educação ao longo da vida, pelo menos no que diz respeito às geociências, atualmente preconizada no *Perfil do aluno para o século XXI*. Verifica-se, também, uma relação entre um maior grau de escolaridade e um maior conhecimento sobre o lítio e a sua utilização em baterias recarregáveis para uso em telemóveis, ou carros elétricos.

Para além disso, estes resultados indicam que a população portuguesa está disposta a contribuir para o desenvolvimento sustentável, abdicando de algum conforto, mostrando estar sensibilizada para as questões relacionadas com a exploração infantil associada à extração destes recursos, bem como a preocupação com a poluição ambiental das cidades, apesar de todos os condicionalismos económicos.

Todos os intervenientes no estudo consideram ainda importante que a educação promova a aquisição de conhecimentos e habilidades necessárias para se alcançar um desenvolvimento mais sustentável.

IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Revela-se, desta forma, a necessidade de incluir, nos programas escolares dos mais jovens, assuntos relacionados com a extração/utilização de recursos geológicos importantes para o dia-a-dia das sociedades modernas, como o lítio e o cobalto utilizados no fabrico das baterias recarregáveis mais modernas, no sentido de formar cidadãos mais conscientes e cientificamente mais cultos, mesmo que abandonem o sistema de ensino numa fase precoce, dotando-os de ferramentas que lhes possibilitem uma aprendizagem mais autónoma ao longo de toda a vida.

Por outro lado, destaca-se também o papel de instituições como as Universidades Séniores, que com base nos indicadores que este estudo fornece, devem apostar na oferta educativa de cursos da área das ciências geológicas, de forma a contribuir para o aumento da literacia geocientífica dos seus frequentadores (estudantes em idades mais séniores).

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Alexandre Lima, pelo apoio na construção e validação do questionário aplicado.

REFERÊNCIAS

Almeida, A. (2014). A Geoética no Currículo e na Formação de Professores. *GEOlogos, 11*, 35-40.

Amnesty International (2016). This is what we die for - Human rights abuses in the Democratic Republic of the Congo power the global trade in cobalt. Amnesty International. Retirado de https://www.amnestyusa.org/files/this_what_we_die_for_-_report.pdf

Anenberg, S. C., Miller, J., Minjares, R., Du L., Henze, D. K., Lacey, F.... & Heyes, C. (2017). Impacts and mitigation of excess diesel-related NO x emissions in 11 major vehicle markets. *Nature*, *545*(7655), 467.

Bertuol, D. A., Toniasso, C., Jiménez, B. M., Meili, L., Dotto, G. L., Tanabe, E. H., & Aguiar, M. L. (2015). Application of spouted bed elutriation in the recycling of lithium ion batteries. *Journal of Power Sources*, *275*, 627-632.

Christmann, P., Gloaguen, E., Labbé, J. F., Melleton, J., & Piantone, P. (2015). Global lithium resources and sustainability issues. In A. Chagnes & J. Światowska (Eds.) *Lithium Process Chemistry* (pp. 1-40). Amsterdam: Elsevier.

De Haan, E., Scheele, F., & Kiezebrink, V. (2016). *Cobalt Blues: Environmental Pollution and Human Rights Violations in Katanga's Copper and Cobalt Mines*. Retrieved from https://tinyurl.com/rmbuusa

Dessemond, C., Lajoie-Leroux, F., Soucy, G., Laroche, N., & Magnan, J. F. (2019). Spodumene: The Lithium Market, Resources and Processes. *Minerals*, *9*(6), 334.

Dias, C., Leal, S., Lima, A., & Noronha, F. (2017). Análise espacial estatística aplicada aos Aplito-Pegmatitos do Barroso-Alvão. *Comunicações Geológicas*, *104*, 91-95.

Frodeman, R. (2004). Reading the Earth - Philosophy in/of the Field. In N. Boivin & M. A. Owoc (Eds.) *Soils, Stones and Symbols: Cultural Perceptions of the Mineral World* (pp. 203-216). London: UCL Press.

Gomes, C. S., Brocardo, J. L., Pedroso, J. V., Carrillo, J. L. A., Ucha, L. M., Encarnação, M., ... & Rodrigues, S. V. (2017). Perfil dos alunos à saída da Escolaridade Obrigatória. *Lisboa: Ministério da Educação*.

INE, PORDATA. (2018). *Esperança de vida à nascença: total e por sexo* (base: triénio a partir de 2001). Retirado de https://tinyurl.com/tkkwnu4

Leinfelder, R. (2013). Assuming responsibility for the Anthropocene: Challenges and opportunities in education. In H. Trischler (Ed.), *Anthropocene: Envisioning the Future of the Age of Humans* (pp. 9-28). Munich: RCC Perspectives.

Mateus, A. (2001). Perspectivas actuais da Geologia; sua importância educativa. In A. Veríssimo, A. Pedrosa, R. Ribeiro (Coord.), *O Ensino Experimental das Ciências - (Re) pensar o Ensino das Ciências* (pp. 107-128). Lisboa: Ministério da Educação.

Nações Unidas. (2017). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Retirado de https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/

Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, Á., ... & Feixas, J. C. (2013). Tema del día: Alfabetización en ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *21*(2), 117-129.

Relatório do Grupo de Trabalho do Lítio (2017). Despacho n.º 15040/2016, 13 de dezembro. Diário da República n.º 237/2016, - II série. Retirado de https://www.edm.pt/wp-content/uploads/2018/03/ResExec_Li.pdf

Scrosati, B., & Garche, J. (2010). Lithium batteries: Status, prospects and future. *Journal of Power Sources*, *195*(9), 2419-2430.

Sverdrup, H. U., Ragnarsdottir, K. V., & Koca, D. (2017). Integrated Modelling of the Global Cobalt Extraction, Supply, Price and Depletion of Extractable Resources Using the World Model. *BioPhysical Economics and Resource Quality*, *2*(1), 4. doi:10.1007/s41247-017-0017-0

Swain, B. (2017). Recovery and recycling of lithium: A review. *Separation and Purification Technology, 172*, 388-403.

Tewksbury, B. J., Manduca, C. A., Mogk, D. W., & Macdonald, R. H. (2013). Geoscience education for the Anthropocene. *Geological Society of America Special Papers, 501*, 189-201.

Vasconcelos, C., Cardoso, A., Faria, J., Ribeiro, T., & Ribeiro, M. (2017). Evaluating geological knowledge in senior universities. Em L. G. Chova, A. L. Martínez & I. C. Torres (Eds.), ICERI2018 Proceedings (pp. 2880-2889). Seville: IATED.

Walsh, E. O., & Davis, E. C. (2017). The Geology and Sociology of Consumption: Team-Teaching Sustainability in an Interdisciplinary First-Year Seminar. *Journal of Geoscience Education*, *65*(2), 126.

UMA EXPOSIÇÃO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DO OLHAR DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Rosana Retsos Signorelli Vargas, Wilian Concenza de Souza, Jefferson Barreto dos Santos

EACH-Universidade de São Paulo (BRASIL)
rosanav@usp.br

Resumo

Neste artigo apresentamos os reflexos das vivências relacionadas com uma Exposição de Matemática, quanto a relação ensino-aprendizagem do público no espaço de ensino não formal e seus possíveis impactos na formação de alunos e professores e a sua contribuição para divulgação científica.

O objetivo geral deste trabalho é explorar o material desta exposição com os alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e apresentá-lo à comunidade de diferentes maneiras. Como objetivo específico trataremos da preparação e aplicação de uma oficina envolvendo Bolhas de Sabão e Fractais baseada no acervo da Exposição destinada principalmente a licenciados e licenciandos para que estes possam se apropriar de temas da exposição que não fazem parte do currículo da educação básica brasileira, mas que fornecem embasamento para tal de forma lúdica e atrativa, permitindo-os atingir um aprendizado significativo e motivador.

O tema Bolhas de sabão foi escolhido por despertar interesse pelas suas formas e ludicidade, enquanto Fractais pelo seu aspecto artístico, de forma que, ambos se relacionam com a natureza e como, de certa forma, otimizam estados e fenômenos, seja no formatos das películas das bolhas, ou no cristalizar de um floco de gelo.

Palavras-chave: Exposição de Matemática; Divulgação Científica; Ciências da Natureza.

INTRODUÇÃO

Um dos desafios para a o ensino não formal é a promoção de uma cultura científica, que propicie uma reflexão crítica e uma capacidade de fazer comparações dos conceitos com o cotidiano ampliando o campo cultural. Porém, para que isto ocorra é preciso, segundo Jacobucci (2008), mais investimentos na administração dos espaços de ensino não formal, formação de educadores que trabalhem na organização, apresentação e apropriação das ciências como parte do contexto sócio-cultural. A Educação Matemática é um dos desafios para o ensino nas escolas brasileiras, pois existem muitos sentimentos e práticas envolvidos que dificultam o ensino-aprendizagem segundo Jesus & Leite (2014). Estes problemas afetam outras áreas que utilizam vários fundamentos matemáticos, como por exemplo, as Ciências Naturais. Autores como Dreyfus (2002) afirmam, ainda, que para o estudante atingir a compreensão de um objeto matemático é necessário construir o pensamento lógico que resultou no objeto. Não é suficiente apenas definir e exemplificar um conceito abstrato como os estudantes vêm sendo ensinados, segundo Marins & Savioli (2016), "a partir do produto da atividade de matemáticos em sua forma final ao invés de serem conduzidos a processos que levaram os matemáticos a construírem esses produtos", processo ao qual, tem maiores chances de resultar num aprendizado significativo crítico. É claro, todavia, que este não é um processo fixo, não existe um tutorial geral pelo qual o estudante consiga chegar à abstração do conceito envolvido.

Uma alternativa é expandir o ensino usando o formato de ensino não formal, como os museus de divulgação científica. Estes espaços atuam como recurso pedagógico para aprofundar tópicos que não são bem abordados ou nem são vistos no ensino básico; além de apresentar a interdisciplinaridade das ciências, seus avanços contemporâneos e promover um ambiente motivador de apropriação para a cultura científica. O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de atividades junto aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza explorando os materiais de uma Exposição de Matemática que passou a ser parte do acervo da Escola de Artes, Ciências e Humanidades – EACH – Universidade de São Paulo e apresentá-la à comunidade sob vários aspectos. Esta exposição mostra novas formas de aprender os principais conceitos matemáticos por meio de jogos, painéis explicativos,

experimentos e atividades interativas abrangendo cálculo, geometria, dimensões, espirais, fractais e outros, mostrando suas aplicações em diversas áreas das Ciências. Como objetivo específico trataremos das atividades de preparação e aplicação de oficinas envolvendo Bolhas de Sabão e Fractais baseadas no acervo da Exposição.

Os Temas Matemáticos

Fractais

Diversos objetos fogem da geometria euclidiana, devido aos axiomas dados no início da obra de Euclides, e resultado é a necessidade de uma nova matemática que descreva essas novas geometrias, em especial a geometria fractal que foram desenvolvidos por Mandelbrot , no seu livro "The Fractal Geometry of Nature", em uma descrição menos formal, fractais são "figuras geradas por sucessivas iterações de equações matemáticas ou "passos" previamente definidos que se repetem sucessivamente" (Silva & Pires, 2013), podem ser gerados usando função interativa (Janos, 2009), que se baseia na ideia de realimentação, ou seja o resultado da função será a entrada para próxima iteração da função, o que é muito prático para produzir fractais

Os fractais têm 3 propriedades principais:

- Auto-similaridade, que é a propriedade que se aumentar ou reduzir o objeto, ou seja aplicar uma transformação de escala, a mesma forma ou estrutura se repete, podendo ser de forma exata ou estatística;
- Complexidade infinita, está relacionada com a auto-similaridade e recursividade a nível infinito, ou seja, podemos ampliar ou reduzir infinitas vezes o objeto que o a estrutura ou forma continuará a se repetir;
- Dimensão fracionária, ou seja, dimensão não-inteira, está relacionado com certa irregularidade ou fragmentação do objeto se comparado com um objeto equivalente de dimensão inteira, formalmente definimos a dimensão de um objeto fractal usando o conceito de dimensão de Hausdorff que a rigor matemático é definida por um valor crítico onde a medida de Hausdorff s-dimensional passa de ∞para 0 retornando um valor s-dimencional que é a dimensão de Hausdorff, como mostrado na Fig. 1, porém podemos, para umas simplificação didática, ler o valor crítico como o momento em que um objeto s-dimensional deixa de caber inteiro numa determinada s-dimensão.

Apesar de abstratos, os fractais tendem a ser uma boa aproximação da natureza, ajudando a compreender temas como desordem na atmosfera, turbulência nos fluidos, variação populacional de espécies, oscilações do coração e cérebro, interligações microscópicas de vasos sanguíneos, ramificações alveolares, cotações da bolsa, forma das nuvens, relâmpagos, aglomerados estelares etc.

É claro que esses processos naturais não se repetem infinitas vezes e geralmente são apenas proporcionalmente iguais, por isso é mais correto chamá-los de fractais estatísticos, quando a média das réplicas é semelhante à imagem original ou de pseudo-fractais, quando o processo é finito.

O tema Fractais pode ser vistos em feiras de ciências e trabalhos extracurriculares no mundo inteiro, mesmo que primeiramente atrelado a sua beleza e menos a sua função. Uma gama de propostas para utilização pedagógica dos fractais baseada em experiência norte-americana de introdução aos fractais em escolas secundárias está apresentada nos dois volumes da obra "Fractals for the Classroom".

Tópicos de Matemática com sabão

Muitos matemáticos e cientistas estudam como as bolhas e películas de sabão se comportam, dentre alguns nomes temos o Biólogo D'Arcy W. T. Thompson, que encontrou relações entre a geometria das bolhas de sabão com as formas geométricas vistas na natureza segundo Isenberg (1992).

Outro nome importante foi o Joseph A. F. Plateau um Físico belgo que em 1843 começou a estudar sistematicamente a geometria das películas de sabão, em especial o estudo de

superfícies mínimas, observando alguns padrões no comportamento das películas de sabão, o que conhecemos hoje como leis de Plateau para as bolhas de sabão veja em Isenberg(1992) e Chagas (2014). Além disto, Plateau mostrou como seriam as superfícies de menores áreas limitadas por alguns contornos, tratadas nos problemas de Plateau, que serviram de base para equação de Euler-Lagrange que descreve a menor área superficial para uma parte dos contornos fechados. Porém, ainda existem muitos contornos que não podem ser descritos por esta equação. No ano de 1976 o matemático americano Jean Taylor demonstrou a validade das leis de Plateau de maneira empírica. (Chagas, 2014; Junior & Elia, 1987).

Além disso, temos exemplos históricos um pouco mais contemporâneos: o matemático Jesse Douglas ganhou a medalha Fields por ter resolvido os problemas de Plateau para as bolhas de sabão com o uso de uma geometria diferencial.

Uma película ou bolha de sabão é formada a partir de uma mistura simples de água com um sabão, onde ambas moléculas irão interagir, porém esta interação é bem especial e característica, pois a água forma dois pólos em suas moléculas (polar) e o sabão tem uma cadeia longa de carbono com uma região polar e outra região apolar. A região polar da molécula de sabão que interage diretamente com as moléculas de água, forma camadas bem definidas de região apolar e polar como descreve a imagem abaixo:

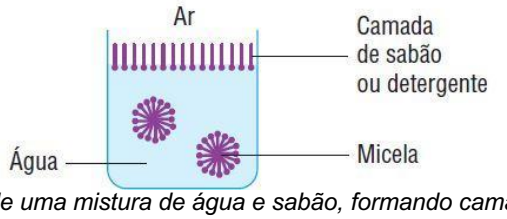


Figura 1. Representação de uma mistura de água e sabão, formando camadas (Canto, 2014).

As películas de sabão são causadas pelos efeitos de superfícies como ocorre com a formação das gotas de um fluido por exemplo, onde as moléculas próximas às superfícies tendem a serem puxadas para o interior do líquido, com uma força de intensidade maior em relação às forças das moléculas na região gasosa que estão desbalanceados, gerando assim uma superfície que tende a ter um menor número de moléculas por unidade de área na superfície. Este fenômeno é conhecido como tensão superficial e pode ser obtida por $\sigma = \frac{F}{L}$ onde σ é a tensão superficial, F a força que atua paralelamente e L é o comprimento ao longo do qual a força age (Junior & Elia, 1987): Podemos afirmar, a partir da equação Laplace-Young que para uma bolha de sabão, que contém em seu interior uma quantidade de gás com uma pressão constante, e que a tensão superficial é uma constante característica de cada membrana, ele deverá descrever uma superfície no espaço com curvatura constante, o que é uma característica da esfera no espaço e da circunferência no plano. A esfera é conhecida também como a figura e consegue otimizar o maior volume em uma menor área. Veja Isenberg (1992) e Oprea (2000).

Seja uma película de sabão que não está fechada e portanto tem a pressão constante por não englobar algum volume. Sabemos que o valor da tensão superficial é constante pela lei de Laplace-Young. Neste caso a curvatura H desta película é nula. Outras noções de curvatura também são aplicadas para as películas de sabão sendo uma característica de uma superfície mínima.

Para poder definir como as bolhas ou filmes de sabão se comportam quando são colocados em contato, as leis de Plateau explicam bem isso, são três leis: a primeira lei diz que ao longo de uma linha três películas podem interceptar (Isenberg, 1992; Junior & Elia, 1987), a segunda lei diz que os filmes de sabão sempre se encontram formando uma linha de três com ângulo de 120º e a terceira lei diz que quando seis superfície se encontram ou quatro linhas em um ponto formam ângulos internos igual a 109º28'. (Isenberg, 1992; Junior & Elia, 1987; Oprea, 2000).

A partir das Leis de Plateau é possível descrever como as bolhas de sabão irão interagir para manter a menor área possível. Por exemplo, duas bolhas interagem compartilhando uma superfície plana na região de encontro (a), enquanto que se temos três bolhas elas se encontram em uma mesma linha formando um ângulo de 120º (b), quando são quatro bolhas ou mais esta relação vai continuar não contradizendo as leis de Plateau (c) (d), e quando sete bolhas se encontram formam uma estrutura hexagonal, que tem ângulos internos de 120º.

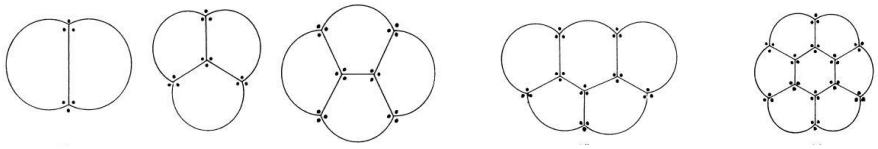


Figura 2. Exemplos de encontro de bolhas de sabão seguindo a primeira e segunda lei de Plateau (adaptado de Isenberg, 1992).

As películas de sabão têm uma força atuando em suas superfícies chamadas tensão superficial, que vai minimizar a área. Em uma bolha vai tentar englobar a maior quantidade de ar com a menor área, formando então uma esfera. E quando as bolhas estão juntas em contato elas obedecem às leis de Plateau em um dos casos formam ângulos 120º, que é possível formam um hexágono regular, que é um polígono regular que tem a capacidade de pavimentar o plano (os ângulos dos seus vértices somam 360º), mantendo um menor perímetro e maior área. Os hexágonos estão presentes na natureza na formação das colmeias de abelhas.

METODOLOGIA

O processo envolveu pesquisa bibliográfica, por exemplo, em Baldovinotti (2011), Melo & Andrade (2018) e Negri (2014).

No desenvolvimento destas atividades foi utilizada a metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos descrita em Berbel (2011). O tema fractal pode ser visto em feiras de ciências e trabalhos extracurriculares no mundo inteiro; em geral mais atrelado à sua beleza do que à sua função. Os estudos sobre bolhas e películas de sabão envolvem alguns conteúdos complexos para serem levados à sala de aula, porém, podemos usar o fato que esta atividade encanta pessoas de todas as idades, estudando a geometria e características das bolhas de forma lúdica.

Aplicamos estas atividades descritas abaixo em vários eventos para públicos diversificados com enfoque em licenciados e licenciandos. Esta atividade ocorreu em formato de oficina com um tempo de 100 min. As atividades decorreram de uma discussão dirigida, onde os temas foram introduzidos por meio de questões levantadas e respondidas com os elementos levantados pelos alunos, assim como recomendado em Marandino (2008).

Oficina: Matemática Lúdica: aprender brincando com Fractais e Bolhas de Sabão

Atividades com bolhas de sabão:

Tabela 1. Atividade Matemática com Bolhas de Sabão.

Tipo de Público: Estudante do curso de licenciatura em Ciências da Natureza	**Local:** Sala de aula

Conteúdo Conceitual: Tensão superficial, Leis de Platô para bolhas de sabão, Superfície Mínimas e Áreas mínimas de figuras planas com enfoque nas propriedades do hexágono.

Conteúdo Procedimental: Observação e identificação do comportamento específico das bolhas de sabão em diferentes situações assim como interpretação além de manipulação com películas e bolhas de sabão.

Conteúdo Atitudinal: Conscientização da importância da matemática para descrever padrões que ocorre na natureza.

Materiais Utilizados: Mistura com aproximadamente 10 litros de água, sabão, glicerina e amido de milho; Suportes da ExpoMAt para demonstração de superfície mínimas e distâncias mínima; Canudos; Hexágonos de Madeira; *Datashow*; Lousa com giz;

Um ambiente fechado com auxílio de material digital, e da exposição de matemática da EACH. Iniciamos com uma breve abordagem histórica do uso de matemática com bolhas ou películas de sabão. A primeira parte expositiva dialogada: 1) Discutindo sobre a formação de uma película de sabão, no qual abordamos as questões das interações entre as moléculas de água e sabão, fazendo uma comparação com uma membrana de uma célula. Foi exposto de qual forma foi feita a composição da mistura de bolhas de sabão, receita em "SuperZiper" (2013), onde usamos amido de milho para para aumentar as interações entre as moléculas de hidrogênio. 2) Discutindo a respeito da tensão superficial, com auxílio do material da "quadratura do círculo" para deduzir que a circunferência é a figura geométrica que os filmes de bolhas de sabão tendem a formar. E que otimiza a maior área com menor comprimento. Veja figura abaixo:

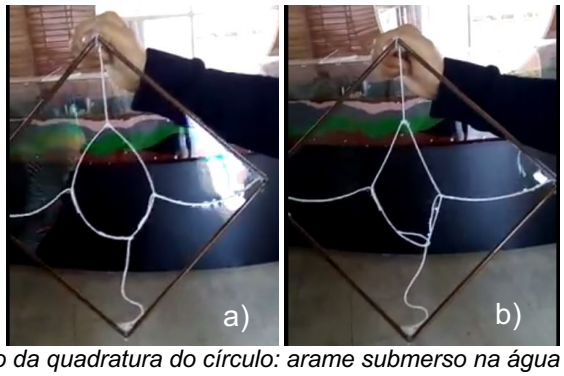


Figura 3. A) Demonstração da quadratura do círculo: arame submerso na água com sabão; b) O mesmo arame anterior com a película central estourada.

3) Questionando o porquê da bolha de sabão em suspensão no ar ser uma esfera. Alguns dos participantes comparou a demonstração anterior e inferiu ser parecido com as propriedades da circunferência no plano; 4) Comparando o volume e a tensão superficial, onde se conclui que a bolha de sabão engloba um máximo volume de gás, mantendo uma pressão constante com uma menor superfície englobada, finalizando com a lei de Laplace e a relação das pressões em bolhas, curvatura e tensão superficial, 5) Mostramos como a variação da pressão de uma bolha é inversamente proporcional ao seu raio. 6) Apresentadas as três leis de Plateau para as bolhas de sabão, em seguida realizada a demonstração com a mesas de "matemática com sabão" da ExpoMat, e durante este momento, foi exposto o que era o problema da estrada (ou árvore de Steiner), e realizado um momento para criação de hipóteses para a criação de um menor caminho para duas situações proposta: ligando três pontos e ligando quatro pontos, depois deste momento de discussão foram submersas as placas da mesa e observado como as bolhas de sabão resolvem este problema, e como o padrão observado é descrito pelas leis de Plateau,

7) Introduzindo a noção de superfícies mínimas, com exemplos de superfícies como catenóide, helicoide, superfície costa e algumas aplicações deste conhecimento no nosso cotidiano, 8) Lançamos o desafio de construir um hexágono com as bolhas de sabão, em seguida realizamos uma demonstração relacionando a área e perímetro de um quadrado e do hexágono. Argumentamos que o hexágono é uma figura plana que otimiza perímetro com uma área maior e tem a propriedade de poder pavimentar o plano, e é muito visto esta figura na natureza como ocorre com os alvéolos das abelhas. 9) Para finalização propusemos fazer uma bolha gigante, onde resumimos todas as informações construídos na oficina, porém demonstrando que as bolhas vão sempre ter a menor área superficial dependendo da situação.

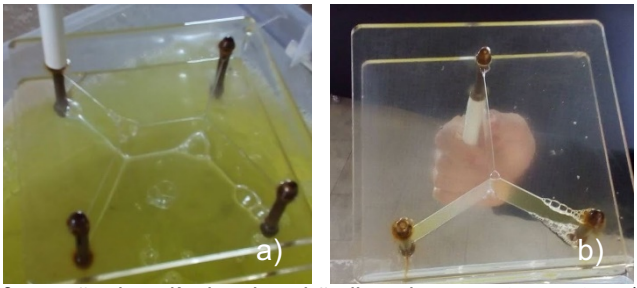


Figura 4: Imagem da formação de películas de sabão ligando os quatro pontos a) e três pontos em (b) obedecendo a primeira e segunda lei de Plateau.

Atividades com Fractais:

A atividade iniciou indagando ao participantes, sobre os conceitos matemáticos que visamos atingir para saber se os conheciam e se eram capazes de mostrá-los com coisas reais, gerando um pequeno debate sobre como os alunos interpretam esses conceitos e se são capazes de visualizá-los na natureza, ao fim da discussão, para exemplificar a importância da visualização dos conceitos no mundo real e iniciar as atividades do curso, começamos com o Jogo do troca.

Tabela 2. Atividade Matemática com Fractais.

Tipo de Público: Estudante do curso de licenciatura em Ciências da Natureza	**Local:** Sala de aula

Conteúdo Conceitual: logaritmo e potenciação; Fractal, auto semelhança e complexidade infinita, geometria fractal, geometria não euclidiana, dimensão, dimensão fracionária, dimensão de Hausdorf, Progressão geométrica, caso de uma progressão infinita; Abstração do limite de um número elevado ao infinito, algoritmo, função interativa.

Conteúdo Procedimental: Uso de jogos juntamente com ensino por investigação para a identificação do comportamento específico dos fractais.

Conteúdo Atitudinal: Conscientização da importância da matemática para descrever padrões que ocorre na natureza.

Materiais Utilizados: Papel pontilhado comum e modificado hexagonalmente; Dobra fractal e Jogo da velha fractal; 3 bolas de natal espelhadas e dois 2 espelhos comuns Papel e lápis coloridos. Data show; Lousa com giz;

O jogo do troca é uma variação do jogos da interação ou fases que usa da função interativa para produzir um fractal, porém usando como origem o fractal do conjunto de Cantor ao invés do tradicional fractal da curva de Koch, essa modificação permite comparar todas as fases e perceber que o número de interações se relaciona com expoente, enquanto o "valor da troca" equivale a base e total de "palitos" na última interação é a potência, para tal construímos uma tabela como a seguir:

Tabela 3. Atividade de ensino por investigação com o Jogo do troca.

TROCAR 1 PALITO POR _____ PALITOS (exemplo 2)			
TROCA NÚMERO		QUANTIDADE DE PALITOS	
0	I	1	2^0= 1
1	I I	2	2^1= 2
2	I I I I	4	2^2= 3
3	I I I I I I I I	8	2^3= 4
n		2^n	2^n
infinito	infinito	2^{∞}	2^{∞}

TROCAR ____ PALITO POR 1 PALITO (exemplo 2)			
TROCAS NECESSÁRIAS PARA CHEGAR EM 1		QUANTIDADE DE PALITOS	
3	I I I I I I I I	8	Log2 8 = 3
2	I I I I	4	Log2 4 = 2
1	I I	2	Log2 2 = 1
0	I	1	Log2 1 = 0
-1	1/2	1/2	$\text{Log2}^{1}\ ½ = -1$

A atividade terminou com a indagação sobre o que seria algo elevado ao infinito, e se os participante conseguiam visualizar algo que mostrasse no real, dado a indagação da uma abertura para conversar sobres espelhos e caleidoscópios e a mostrar-lhes que a reflexão de espelhos um frente ao outro é uma visualização do “elevado ao infinito” e assim iniciar o assunto sobre fractais, através da exposição de seus conceitos e propriedades através da apresentação por *datashow*.

Ao fim da primeira parte da apresentação, resgatando o pensamento do início do curso, propõe-se a atividade do jogo do troca fractal em Peitgen, H.O., et al (1992), consiste em, a partir de uma linha e de uma curva dada, construir no papel milimetrado um fractal A), porém em sua abordagem, perde-se a visão de que fase/troca/estágio está no desenho, dificultando uma abordagem que permita visualizar o conceito de potenciação e/ou logaritmo, mas permite uma melhor abstração da função interativa dado que pede um processo de apagar a curva anterior e substituí-la por uma nova, seguem duas versões dos jogos adaptadas.

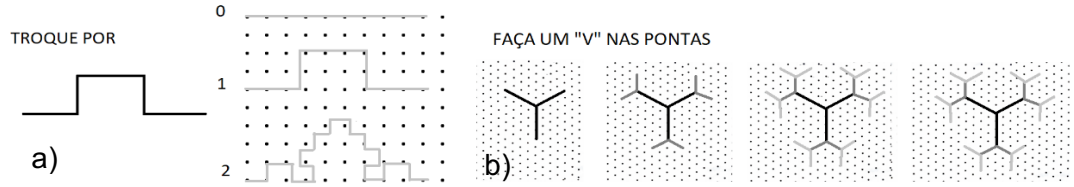


Figura 5: A) Jogo do troca fractal, em que se apaga a interação anterior; B) Jogo do troca fractal em que se mantém todas as interações (adaptado Peitgen, et al.,1993).

Para coligar com a natureza, vale resgatar como a interação da Fig. 5 B. lembra um docel de uma árvore, e muitas vezes seu crescimento.

Dados possíveis questionamento de porquê fractais são um geometria, necessita um breve diálogo sobre a geometria euclidiana, feito através da segunda parte da apresentação, e, para percepção de como se comporta o axioma das retas, utilizamos adaptação do jogo da velha para geometrias não euclidianas, dada que ideia do jogo da velha é cruzar o cenário construindo uma reta, para geometria fractal desenvolvemos um jogo da velha em que o cenário é um pseudo fractal que se repete no quadrado do meio, com isso, espera-se que ao jogar, o jogador perceba que a diagonal, a vertical central e a horizontal central nesse tabuleiro tende ao infinito, além de permitir observar as propriedades: complexidade infinita e a auto-similaridade.

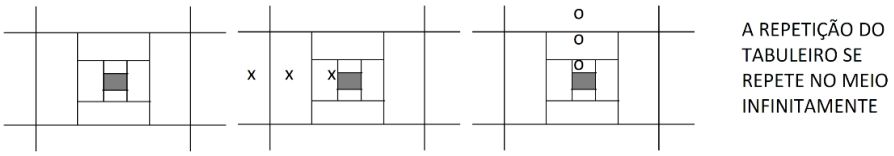


Figura 6: Jogo da velha fractal.

Por fim, para trazer-lhes mais ferramentas com conceitos fractais que sejam úteis em sala de aula do ensino básico, especificamente para abordar os conceitos de noção de logaritmo e potenciação, usando o conceito da contagem e progressão geométrica através do conceito de Área, usaremos adaptações dos já conhecidos jogo do troca e dobra fractal, esse último conhecido como Degraus Centrais (Uribe (2004)).

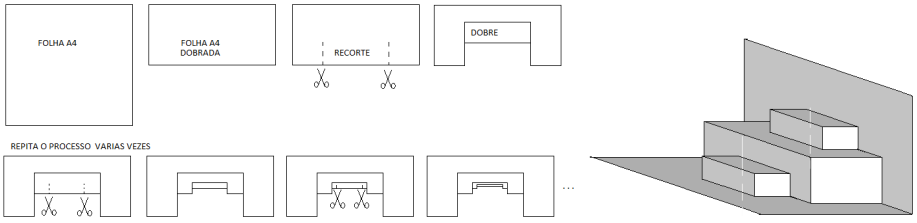


Figura 7: Demonstração do Dobra fracta ou Degraus Centrais (adaptado Uribe, 1993).

A dobra fractal consiste em dobrar e cortar uma folha como na Fig. 7, sendo que pode se relacionar com progressões geométricas, uma vez que podemos calcular a área de cada dobra tirando as áreas de cada superfície formada em sequência e somá-las, ciente que conhecemos a área da folha original, chegando a equação da somatória dos "n" termos de uma progressão.

Ao fim, a relação dos pseudos fractais e a natureza e onde acontecem, como na folha de uma samambaia, nas nuvens e montanhas ou flocos de neve, pode ser usado como o gancho para entender a otimização e assim dialogar com as bolhas de sabão.

RESULTADOS

A Exposição funcionou como um laboratório de criação onde os alunos contribuíram com seus conhecimentos prévios em Ciências da Natureza, metodologias didáticas e experiências prévias. Foram realizadas atividades de preparação e aplicação de oficinas envolvendo Bolhas de Sabão e Fractais baseadas no acervo da Exposição. Estes conteúdos parecem complexos para serem levados à sala de aula, porém, usamos o fato que esta atividade encanta pessoas de todas as idades, estudando a geometria e características das bolhas de forma lúdica. Obtemos como resultado a oficina apresentada resultante do trabalho de pesquisa e extensão realizado através das atividades da ExpoMat, gerando materiais que foram agregados atualmente aos materiais bibliográficos, didáticos e de recursos do ECCE (Espaço de Ciência, Cultura e Ensino) da EACH-USP.

Nesta oficina utilizamos uma discussão dirigida de acordo com Marandino (2008). Observamos que através desta abordagem pudemos garantir a apresentação dos conceitos, mas ao mesmo tempo, promover a aproximação das ideias expostas pelo público, levando-o a refletir, a perguntar, a duvidar e a querer buscar mais e novas informações sobre o tema abordado. Este cuidado ocorre pois não é todo tipo de abordagem que cabe para ensinar em uma exposição e oficina. Os alunos esperam uma abordagem diferenciada que justifique a sua visita.

Trabalhar com bolhas de sabão, mexe com a afetividade e ludicidade, e fractais com arte, e, portanto, a interação e o brincar com os materiais é bem relevante para a construção da atividade. Esta atividade demonstrou estas potencialidades, em abordar de maneira lúdica e divertida alguns padrões geométricos usando bolhas de sabão e fractais, a fim de criar uma ambiente motivador para a divulgação e apropriação da cultura científica.

CONCLUSÕES

O mediador da atividade não formal representa a visão e objetivos de como manipular e ocupar o espaço para eles direcionados. Porém, é necessário que os educandos estejam bem engajados com o tema e motivados para que a mensagem transmitida pelo espaço seja bem recebida (Marandino, 2008).

Foi um desafio colocar em prática toda a organização e estruturação planejada previamente pois muitos fatores influenciam a prática para que ocorra um ambiente de aprendizagem relevante para os participantes da oficina.

Avaliar a atividade no âmbito da educação não formal é uma tarefa não muito fácil de ser delimitada, porém a organização e os materiais têm uma grande potencialidade para o ensino e divulgação de ciência sobretudo de matemática.

Utilizamos uma abordagem mais lúdica e informativa nas duas atividades o que foi importante para aproximar as atividades da exposição aos vários tipos de públicos, que podem não estar familiarizados com as principais regras de aritmética e geometria aprendidas na escola, como também podem aprender com a observação e manipulação dos objetos.

Através desta experiência, obtivemos resultados concretos utilizando práticas ativas educacionais combinadas com um núcleo motivador de ensino não formal e multidisciplinar: a Exposição de Matemática, que no contexto da Universidade e suas competências de extensão e formação, mostrou-se como um elemento dinâmico e agregador nos projetos de iniciação científica, trabalhos finais de curso e formação continuada para professores da rede de ensino básico.

REFERÊNCIAS

Baldovinotti, N. J. (2011). *O estudo de fractais para futuros professores de Matemática.* (Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Brasil). Retirado de http://hdl.handle.net/11449/91046.

Berbel, N. (2011) As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas, 32*(1), 25-40.

Borges, T. S., & Alencar, G. (2014) *Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em Revista, 3*(4), 19-143.

Canto, E. (2014). *Como se formam as bolhas de sabão?* Retirado de http://professorcanto.com.br/boletins_cn/023.pdf.

Chagas, T. S. (2014). *Bolhas de Sabão na Educação Matemática: explorando a dedução-lógica.* (Dissertação de mestrado, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/vx624h2

Dreyfus, T. (2002) *Advanced mathematical thinking processes*. In D. Tall (Org.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 25-41). Dordrecht: Kluwer.

ExpoMat (2018). *Matemática Lúdica: Aprender brincando com fractais e bolhas de sabão*. Retirado de https://tinyurl.com/ud9plyr

Isenberg, C. (1992) *The Science of Soap Films and Soap Bubbles.* New York: Dover Publications.

Jacobucci, D. F. C. (2008). Contribuições dos espaços não-formais de educação da cultura científica. *Em extensão, 7*(1), 55-66.

Janos, M. (2010). *Matemática e Natureza***.** São Paulo: Editora Livraria da Física.

Jesus, M. L. M., & Leite, R. C. M. (2014). Nem só de escola vive o Ensino de Ciências: formação científica cidadã no contexto dos museus de ciência. *Revista da SBEnbio, 7*, 5873-83

Junior, E. S. M. & Elia, M. F. (1987). Películas de sabão e o seu teor didático. *Revista de ensino de física, 9*(1), 14-32.

Marandino, M. (Org.) (2008). *Educação em museus: a mediação em foco.* São Paulo: Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Não-formal e Divulgação em Ciência/FEUSP.

Marins, S. A. & Savioli, A. M. (2016). Pensamento matemático avançado manifestado em tarefas envolvendo transformações lineares**.** *Ciência & Educação (Bauru), 22*(2) , 489-504.

Melo, M., & Andrade, L. (2018). Superfícies Mínimas e bolhas de sabão no Ensino Médio. *Revista Thema, 15*(1), 51-62.

Negri, M.G. (2014) *Introdução ao estudo dos fractais* (Dissertação de mestrado, Federal de Goiás, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/r6zhbuh

Oprea, J. (2000). *The mathematics of soap films: explorations with Maple* (Vol. 10). Rhode Island: American Mathematical Society.

Peitgen, H. O., Jürgens, H., Saupe, D. (1992). *Fractals for the classroom. Part one: Introduction to fractals and chaos*. New York: Springer-Verlag.

Peitgen, H. O., Jürgens, H., Saupe, D. (1992). *Fractals for the classroom: Strategic Activities* (Vol. 1). New York: Springer-Verlag.

Silva, M. A. & Pires, C. M. C. (2013) Organização curricular da matemática no Ensino Médio: a recursão como critério. *Ciência e Educação, 19*, 249-266.

SuperZiper (2013). DIY: As maiores bolhas de sabão do mundo. Retirado de https://tinyurl.com/whx472x

Uribe, D. (1993). *Fractal Cuts: Exploring the magic of fractals with pop-up designs*. Saint Albans: Tarquin.

LABORATORIAL INTERNSHIPS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS: A FIRST APPROACH TO SCIENTIFIC RESEARCH

Cristina Soares, Manuela Correia, Cristina Delerue-Matos, Fátima Barroso

REQUIMTE/LAQV, Instituto Superior de Engenharia do Porto (PORTUGAL)
cmdss@isep.ipp.pt

Abstract

Higher education institutions play a decisive role in science dissemination. Nowadays, the impact of scientific research projects is also assessed based on dissemination activities, including those whose target is the general population or high school students.

This communication discusses the evolution of several editions of a laboratory internship included in the National Program "Ciência Viva no Laboratório" (Science in the Holidays for Young People), which provided high school students an opportunity to approach the reality of scientific and technological research in a higher education institution. This activity has been carried out since 2012, with the duration of a week, 7 hours per day, in groups of two young students

In this internship, devoted to the characterization of fruit samples and valorization of fruit by-products, students were able to conduct several experiments, starting on the analyte's extraction, and the subsequent use of different instrumental techniques such, as spectrophotometric and chromatographic. Solid-liquid extraction was used to extract antioxidants from the selected matrices. Different solvents, temperatures, and extraction times were used to optimize the extraction yield. For estimating the total antioxidant capacity (TAC), the ferric reducing antioxidant power (FRAP) and the total phenolic content (TPC) were measured using UV-Vis spectrophotometry (Barroso et al., 2016). For the first time, students prepared calibration curves using standard antioxidants, namely, gallic acid and ascorbic acid, prior to the measurement of the TAC of the samples. The identification of some antioxidant compounds was accomplished by liquid chromatography with diode-array detection. At the end of the internship, the students presented their findings in a scientific poster and answered to a post-laboratory quiz.

Generally, the students applying to this internship show a very high motivation towards science, but during the work, they become even more inspired. In the 2018 edition, the final report of one of the students has been awarded the 3rd place by the ATG (All-Time GABBAs from I3S)-Ciência Viva award.

Keywords: High School/Introductory Chemistry; Antioxidants; Hands-On Learning.

INTRODUCTION

Portuguese Chemistry and Physics curriculum for high school students includes spectroscopy, electronic transitions, photochemical reactions, free radicals formation and stability, and antioxidants in the 10th grade, and the electromagnetic spectrum in the 11th grade. This work, "Fruits by-products: are they valuable?" has been proposed, since 2012, for 10th and 11th grade students in the framework of the program ''Internships for Young People in Laboratories (Ciência Viva no Laboratório) Science in the Holidays for Young People'' that provides high school students an opportunity to approach the reality of scientific and technological research while joining research teams in higher education institutions (Alves, 2012). During this weeklong, 7 hours per day training, students are introduced to molecular spectrophotometry as conventional methodology for the assessment of the TAC of fruits and its by-products by using the ferric reducing antioxidant power (FRAP) and the total phenolic content (TPC) methodologies (Barroso, Ramalhosa, Alves, Dias, Soares, Oliva-Teles & Delerue-Matos, 2016). The extraction of the antioxidants from the selected matrices was performed using the solid-liquid extraction technique with different solvents, temperatures and, extraction times.

As a result of performing these experiments, the students: i) increased their knowledge concerning antioxidants and its importance to counteract and prevent the adverse effects of ROS, ii) understood the importance of eating fruit and how to valorize by-products; iii) carried out

practical laboratory experiments to analyze foodstuffs; iv) understood the basic principles of molecular spectroscopy and the use of more advanced instrumentation like multiplate readers; v) understood the chemical principles used on the protocols for the FRAP and TPC determinations; vi) interpreted and compared statistically FRAP and TPC results; vi) developed the ability to present their findings in a scientific poster format (Soares, Correia, Delerue-Matos & Barroso, 2017).

METHODOLOGY

During this internship, six students were divided into groups of two, and firstly, the students analyzed and read the student Manual "Fruits by-products: are they valuable?"), and finally, they were introduced to assess the antioxidant properties of fruits: oranges and apples and its by-products (peel). Fruits were cut into small pieces and ground in an electric grinder. The water content of each sample was determined in a moisture balance. For antioxidant extraction, 1.5 g of fruit material was placed into a Falcon tube, 20 mL of solvent was added and the mixture homogenized. Different solvents (water and ethanol), temperatures (30 ºC or 50 ºC), and extraction times (10 minutes or 40 minutes) were used. The supernatant was filtered and transferred to a new tube, the tube wrapped in aluminum foil, and stored at 4°C until analysis. The TPC of the fruit and respective by-product extracts was determined by the Folin-Ciocalteu assay and the TAC was measured using the FRAP protocol (Barroso, Ramalhosa, .alves, Dias, Soares, Oliva-Teles & Delerue-Matos, 2016)..

TPC was determined by a colorimetric assay based on Folin-Ciocalteu reagent, which reacts with reduced phenols producing a stable blue product at the end of the reaction. The reaction mixture consisted of 25 µl of the sample or standard solution, 75 µl of deionized water and 25 µl of Folin-Ciocalteu reagent (diluted 50 ×). After 6 min in the dark, 100 µl of Na_2CO_3 (75 g l^{-1}) were added. Absorbance was measured at 765 nm, after an incubation of 90 min at room temperature. Calibration curves were performed using gallic acid as standard antioxidant and TPC results were expressed as gallic acid equivalents (GAE) per g of sample.

The FRAP method corresponds to the reduction, at acid pH, of the complex Fe^{3+}-TPTZ to Fe^{2+}-TPTZ, which is blue at 593 nm. FRAP determinations were obtained by adding 20 µl of sample to 180 µl of FRAP reagent ($Fe3^{+}$ - 2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine). The solution was incubated at 37 °C for 4 min for color development and the absorbance was measured at 593 nm. The calibration curve was prepared with ascorbic acid as standard antioxidants and TAC results were expressed as ascorbic acid equivalents (AAE) per g of samples. All the experiments were carried out in triplicate.

RESULTS

In this internship, devoted to the characterization of fruit samples and valorization of fruit by-products, students were able to conduct several experiments, namely: i) antioxidants extraction; ii) and the subsequent use of different instrumental techniques such, as spectrophotometric methods for the antioxidants analyses (Fig. 1).

The experimental results obtained, namely the TPC and TAC values, were presented in a poster format that the students prepared on the last day of the traineeship.

Analyzing the TPC and TAC values, students realized that the fruits samples presented high amounts of polyphenols and high TAC (Table 1 and Table 2). TPC values ranging from 3.8 to 12.3 mg GAE / g of fresh samples and TAC values measured by the FRAP method ranging from 3.9 to 12.4 mg AAE / g of fresh samples were obtained when the orange and apple (pulp and peel) fruits were tested.

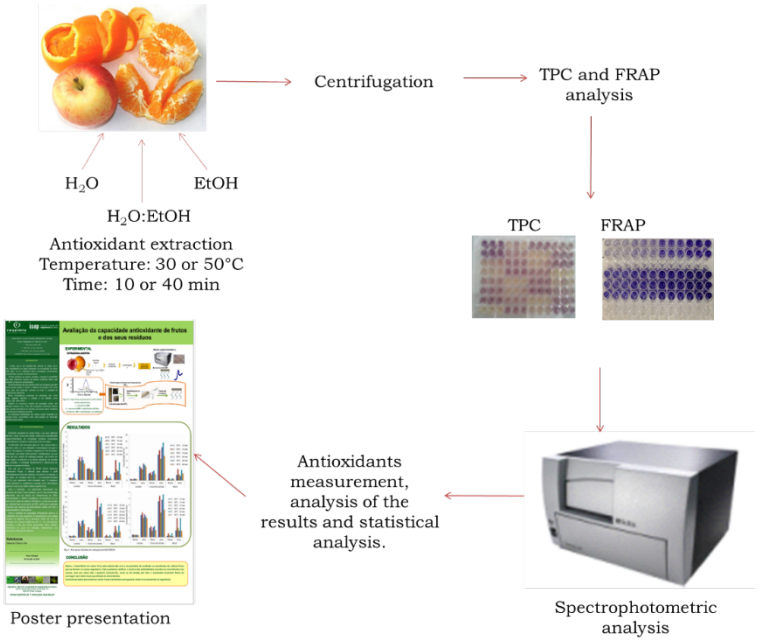


Figure 1. Graphical abstract of the work performed by the students.

Moreover, students verified that the extraction temperatures (30 ºC or 50 ºC) and times (10 or 40 min) influenced the antioxidant contents. Furthermore, TPC and TAC values increased when the extraction time and the temperature also increased. In what concerns the influence of the solvent composition in the antioxidant extraction yield, it was observed that the best results were obtained when the fruits were put in contact with a mixture of water/ethanol in the ratio of 50: 50 v/v.

Table 1. TPC values for the fruit samples using different extraction conditions.

Temp ºC	Time (min)	Solvent ratio water:ethanol (v:v)	TPC mg GAE/g of sample ± S.D.		
			Apple	Orange pulp	Orange peel
30	10	100:0	4.9 ± 0.3	7.8 ± 0.5	26.8 ± 1.9
		50:50	13.6 ± 1.0	8.0 ± 0.3	31.9 ± 1.6
		0:100	7.5 ± 0.3	6.5 ± 0.3	10.0 ± 0.4
	40	100:0	5.8 ± 0.3	8.0 ± 0.3	22.8 ± 1.6
		50:50	12.3 ± 0.4	6.9 ± 0.3	30.6 ± 2.3
		0:100	4.4 ± 0.4	5.5 ± 0.4	15.7 ± 0.2
50	10	100:0	5.1 ± 0.1	7.8 ± 0.3	22.1 ± 2.1
		50:50	11.3 ± 0.3	6.3 ± 0.0	28.1 ± 1.6
		0:100	6.1 ± 0.6	5.6 ± 0.4	17.4 ± 1.3
	40	100:0	4.2 ± 0.0	7.0 ± 0.3	31.9 ± 2.6
		50:50	10.5 ± 0.9	8.0 ± 0.1	42.0 ± 3.8
		0:100	3.8 ± 0.3	9.2 ± 0.2	24.6 ± 0.5

Table 2. FRAP values for the fruit samples using different extraction conditions.

Temp ºC	Time (min)	Solvent ratio water:ethanol (v:v)	FRAP mg AAE/g of sample ± S.D.		
			Apple	Orange pulp	Orange peel
30	10	100:0	4.4 ± 0.1	7.6 ± 0.2	29.3 ± 2.3
		50:50	12.3 ± 1.2	9.0 ± 0.8	33.6 ± 0.9
		0:100	5.8 ± 0.5	6.6 ± 0.02	21.2 ± 1.6
	40	100:0	4.7 ± 0.1	7.8 ± 0.04	30.4 ± 0.3
		50:50	12.4 ± 1.2	7.1 ± 0.4	34.8 ± 1.2
		0:100	4.1 ± 0.4	6.5 ± 0.2	22.3 ± 1.7
50	10	100:0	4.2 ± 0.1	7.1 ± 0.1	28.1 ± 0.2
		50:50	9.3 ± 0.2	6.1 ± 0.2	40.8 ± 3.3
		0:100	5.9 ± 0.2	4.9 ± 0.4	22.8 ± 1.0
	40	100:0	3.9 ± 0.2	7.2 ± 0.2	31.6 ± 2.3
		50:50	10.4 ± 0.5	8.2 ± 0.1	35.2 ± 1.1
		0:100	5.0 ± 0.3	6.1 ± 0.3	24.0 ± 0.3

Besides, students also carried out a correlation between the TPC and TAC values (Figure 2). Analyzing the Fig. 2, a poor or lack of correlation (r^2 = 0.407 and 0.287, respectively) was found for orange peel and orange pulp. According to students, this weak correlation can be attributed to the overall antioxidants capacity of the sample extracts, which are not accounted for by the TPC assay. Besides, the Folin-Ciocalteu reagent may react with interfering substances like ascorbic acid, citric acid, fibers, and sugars.

Briefly, the students verified that: i) TPC and TAC depend on the matrix and the extraction conditions used; ii) a huge amount of antioxidants is present in the peel, so, when possible, fruit should be eaten as whole; iii) when peels are not edible it is important to find a process to exploit this potential source of antioxidants and iv) fruit should be consumed daily to fully take advantage of its nutritious value.

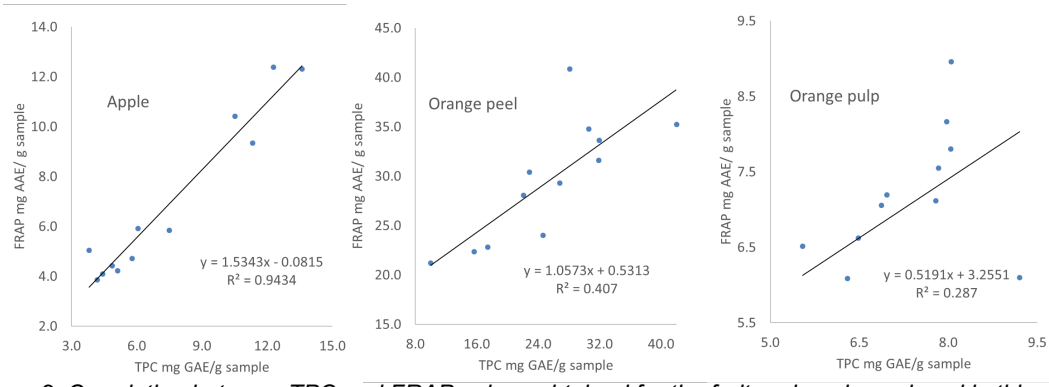


Figure 2. Correlation between TPC and FRAP values obtained for the fruit and peels analysed in this work.

CONCLUSIONS

This internship introduced high school students to the following laboratory techniques: extraction, centrifugation, decantation, spectrophotometer analysis and TPC and TAC measuring in fruit samples. Students were also introduced to the preparation of standard solutions for calibration, instrument calibration, graph interpretation, and ultimately, how to determine analyte concentrations spectroscopically. In addition to the improvement of student's analytical skills, an effort was made to assess the impact of this project on student's perceptions and attitudes regarding scientific research. Hands-on experience using the microplate reader and spectrophotometric methods allowed students to understand better and relate the theoretical principles they learned in chemistry and physics classes and the practical operation of instruments.

The students reported that the experience encourages their interest in a research career because they could see the application of theory and concepts they had learned in previous classes. The students also found useful and engaging the presentation of their findings as a poster. Generally, the students applying to this internship show a very high motivation towards science, but during the work, they become even more inspired (Soares, Correia, Delerue-Matos & Barroso, 2017). In the 2018 edition, the final report of one of the students has been awarded the 3rd place by the ATG (All Time GABBAs from I3S)-Ciência Viva award.

ACKNOWLEDGMENTS

The work was supported by UID/QUI/50006/2019 with funding from FCT/MCTES through national funds.

REFERENCES

Soares, C., Correia, M., Delerue-Matos, C., & Barroso, M. F. (2017). Investigating the Antioxidant Capacity of Fruits and Fruit Byproducts through an Introductory Food Chemistry Experiment for High School. *Journal of Chemical Education, 94*(9), 1291-1295.

Alves, C. C. (2012). Learning Science Through Work Experience: Ciencia Viva Science Internships Program for Senior Secondary School Students. *The International Journal of Science in Society, 3*(1), 13-26.

Barroso, M. F., Ramalhosa, M. J., Alves, R. C., Dias, A., Soares, C. M. D., Oliva-Teles, M. T., & Delerue-Matos, C. (2016). Total antioxidant capacity of plant infusions: Assessment using electrochemical DNA-based biosensor and spectrophotometric methods. *Food Control, 68*, 153−161.

PERCURSO GEOLÓGICO DO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM CIÊNCIAS

Dayane Araujo[1], Beatriz Araujo[1], Ângela Almeida[1,2]

[1]Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (PORTUGAL)
[2]Instituto de Ciências da Terra (PORTUGAL)
aalmeida@fc.up.pt

Resumo

A importância global da cidade do Porto não é um mérito exclusivamente histórico, é também parte fundamental de sua identidade contemporânea. Em razão de sua elevada relevância histórica e grau de desenvolvimento urbano, estrutural e cultural, o centro histórico do Porto recebeu, pela UNESCO, em 1996, o mérito de Património Cultural da Humanidade e ano à ano tem se provado um importante destino de interesse para o turismo. Suas particularidades estruturais e arquitetónicas e sua evolução urbana estão intimamente interconectadas à geologia da região. Neste sentido, a elaboração de um percurso geológico no do centro histórico do Porto é, em essência, a materialização prática da resposta à questão do modo com que as características geológicas regionais condicionaram as implicações urbanas antigas, sua evolução histórica e os desafios estruturais atuais.

A proposta é fundamentada como uma possível ferramenta pedagógica de utilização em visitas de estudos de Geologia Urbana, para que se possa ser possível perceber, *in situ,* o modo com que as características geológicas regionais contribuíram para a evolução urbana, quer seja, por exemplo, através da extensiva utilização do Granito Do Porto na construção de edifícios históricos, quer seja no aproveitamento estratégico de suas características topográficas, conforme decorreu-se durante o estabelecimento do núcleo urbano primitivo do Porto, na idade do bronze, sobre o Morro de Pena Ventosa, devido seu elevado relevo em relação às imediações e proximidade à margem do Rio Douro (Mendes. 2013), e suas peculiares vielas medievais, construídas do modo que se acomodassem as condições de relevo irregular. Destacam-se na região, também as atuais condições de elevado risco geológico, observado em alguns dos taludes, em que se foram fixadas medidas de contenção de risco através da utilização de redes metálicas e do uso de betão, bem como os desafios que resultam das características estruturais do Granito do Porto enfrentados na atuação de obras de engenharia, ao longo da construção do Túnel da Ribeira e também da linha D do Metro do Porto.

Neste sentido, como objeto de estudos é então considerada a própria fração histórica da cidade do Porto e a presente relação entre os seus aspetos topográficos, hidrográficos, litológicos e morfológicos e a sua arquitetura e evolução urbana.

Palavras-chave: percurso urbano; percurso geológico; granito do porto; centro histórico.

INTRODUÇÃO

Ao conceituar o projeto de um roteiro pedestre em uma área urbana inserida no Centro Histórico do Porto, estamos a lidar não apenas com os aspetos geológicos associados a um vasto contexto histórico, mas também com as necessidades modernas da dinâmica urbana atual. Isto se reflete desde os vestígios arqueológicos que revelaram a utilização do Granito do Porto em obras de ocupação romana, no século III, até os desafios de engenharia geológica encontrados na construção civil, devido ao intenso grau de meteorização do substrato rochoso, característicos à região. Segundo Lemos & Martins (1992) e Real et al. (1985), escavações e sondagens realizadas no Morro da Sé revelaram ocupações humanas desde o final da Idade do Ferro. No mesmo sítio há ainda vestígios da ocupação romana revelados pelo resquício arqueológico da denominada Muralha Primitiva ou Cerca Velha, que se trata de um muro que na altura delimitava o núcleo primitivo da cidade, sobre o Morro da Pena Ventosa, construído em *Granito do Porto* e reconstruída durante o século XII.

Devido ao crescente desenvolvimento urbano dado principalmente ao longo do século XIV, se fez necessária a construção de uma nova muralha, que limitava uma zona mais ampla, posteriormente denominada “Muralha Fernandina”. Para além destas construções históricas, as

esculturas, igrejas, praças, chafarizes e pequenas vielas exemplificam mais da riqueza arquitetónica presente nesta região da cidade, com aspetos representativos de estilos românico, gótico, barroco e neoclássico, que demonstram a importância cultural do Centro Histórico, bem como a evolução das construções acompanhada pelo desenvolvimento urbano, ao passo que grande parte desta riqueza de valor histórico-cultural foi também edificada em *Granito do Porto*.

A relação de dependência entre as características geológicas da região e seus atributos urbanos se manifesta em diversos pontos do Centro Histórico. Neste sentido, a elaboração de um percurso temático neste local, propõe-se como uma possível ferramenta didática, que poderá despertar o interesse de estudantes e interessados para os temas de geologia geral, história, geografia bem como para outras temáticas das ciências naturais, com o incentivo à aprendizagem dinâmica e com enfoque à contextualização do meio urbano e sua relação com as diversas áreas científicas.

Através da realização de um percurso pedestre didático, em que são evidenciados os fatores topográficos, geomorfológicos, estruturais e hidrológicos, percebe-se como o património edificado em contexto urbano e suas múltiplas manifestações arquitetónicas estão intrinsecamente conectados à geologia nos seus diversos domínios.

No decurso da evolução histórica da cidade, estes fatores continuaram a exercer uma influência evidente, designadamente na seleção de zonas estrategicamente posicionadas na paisagem, na contenção de riscos dos taludes, nas obras civis e na extensa aplicação da rocha local nas pequenas habitações, nos monumentos, igrejas, pavimentos e obras de arte, que se apresentam adaptados aos afloramentos que sustentam a cidade histórica que é o Porto.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Enquadramento Geológico

O Centro Histórico do Porto corresponde às frações dos territórios da cidade do Porto e Vila Nova de Gaia que tiveram ocupação medieval e que ainda preservam muitas de suas características históricas. O distrito do Porto está inserido na Zona Centro Ibérica, ZCI, a mais extensa das seis zonas do Maciço Hespérico, delimitada pelas duas das principais estruturas de deformação Varisca: o cisalhamento Badajoz-Córdoba e o cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo, de idade Proterozóica. Dentre as unidades litológicas que compõem a Zona Centro Ibérica destacam-se o Complexo Xisto-Grauváquico, mais tarde nomeado Supergrupo Dúrico-Beirão, as unidades do Ordovícico e as deposições de sedimentos finos do Silúrico. A área em estudo está completamente assente sobre o denominado *Granito do Porto*, que faz contacto com os migmatitos, gnaisses e micaxistos do Complexo Xisto-Grauváquico e também com as unidades do Complexo Metamórfico da Foz do Douro.

A morfologia da área circundante ao percurso proposto inclui o vale fluvial e as vertentes do Rio Douro e uma transição suave de planalto para a plataforma intermédia. Na margem norte do vale fluvial encontram-se áreas mais elevadas, ao passo que à margem sul o relevo dá lugar a um planalto, conforme ilustra a Figura 1.

O elevado grau de fraturação apresentado pelo *Granito do Porto* e o elevado índice pluviométrico da cidade contribuem para a infiltração e a lenta circulação de águas, que concede à região inúmeras fontes e poços de captação de água subterrânea que, para além de serem utilizadas na captação de águas para uso industrial, são também convertidas em fontes potáveis, distribuídas por vários pontos do Centro Histórico.

Na extensão do percurso são observados afloramentos do *Granito do Porto* bastante diaclasados na Avenida Dom Afonso Henriques e no Largo do Colégio (coordenadas 29T NF 32662 54870 e 29T NF 32501 54638, respetivamente), que apresentam famílias de diáclases de orientação N30° a N60° e N100°a N140° e alteração mais intensa ao longo dos planos de descontinuidade.

No âmbito da hidrogeologia destacam-se o Rio Douro e o Rio da Vila. O Rio Douro corresponde a principal bacia hidrográfica do Norte de Portugal, apresenta direção EW, drenagem exorreica e é condicionado pela extensa falha que corresponde ao seu característico vale fluvial, bastante encaixado. Segundo Fonseca et al. (2010) e o Relatório de Caraterização e Diagnóstico, suporte Biofísico e Ambiente realizado pela *CEGOT* (2018), o Rio Douro adapta-se às orientações das principais fraturas de uma rede quase ortogonal, o que favorece as quedas de blocos e o

desabamento de terras. Faz-se notar, como se observa na Figura 2, que a região onde está o Centro Histórico representa uma das zonas de taludes mais instáveis da área em estudo.

O Rio da Vila é um rio subterrâneo, encanado por decisão municipal em 1872 devido o seu elevado grau de sujidade. Atualmente, corre essencialmente sob as ruas de Mouzinho da Silveira e de São João, prolongando-se até à Ribeira. Antes de seu encanamento, entretanto, o Rio da Vila resultava da confluência de nove cursos de água em dois mananciais que se uniam na zona da Praça Almeida Garrett. Faz-se relevante destacar a iniciativa da Câmara Municipal do Porto que, com o objetivo de promover a importância do Rio da Vila no desenvolvimento da cidade, anunciou recentemente a criação do Museu do Rio de Vila. A entrada para este museu subterrâneo é prevista situar-se na estação de metro São Bento. Contudo, ainda não foi anunciada a data de inauguração até à publicação deste trabalho.

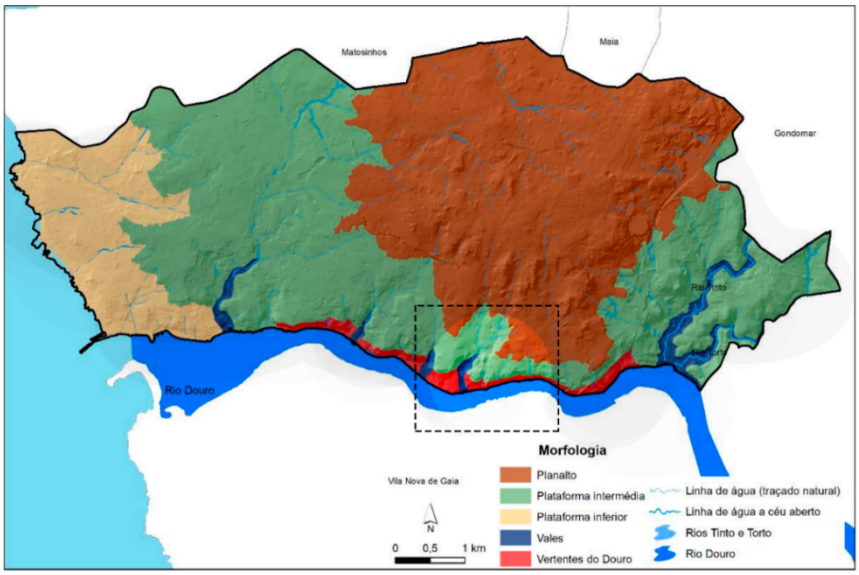


Figura 1. Morfologia do Porto, com destaque para o Centro Histórico do Porto. (Adaptado de CEGOT, 2018).

O Granito do Porto

Utilizando a classificação de Ferreira et al. (1987) pode-se distinguir na área da cidade dois grupos de granitos: granitos biotíticos com plagioclase cálcica e granitos de duas micas (mica branca e mica preta, respetivamente moscovite e biotite). Tendo em consideração a relação temporal entre estes granitos e a terceira fase de deformação da orogenia Hercínica, D3, é ainda possível distinguir duas séries no grupo dos granitos biotíticos: uma série precoce constituída por granitos deformados ante- a sin-tectónicos e uma série tardi- a pós-tectónica.

Os granitos de duas micas estão classificados como sin-tectónicos relativamente à fase D3, sendo no presente contexto os mais relevantes por representarem o grupo de granitos mais expressivo do substrato da cidade, constituírem o material de construção mais utilizado na edificação da cidade até meados do século XX e pelo facto de neles o centro histórico ter os seus alicerces exclusivamente implantados. Este grupo de granitos designa-se genericamente por *Granito do Porto*. Além de constituir uma extensa mancha ocupando grande parte da cidade, o chamado *Granito do Porto* estende-se para Gaia, Matosinhos e Maia. Contacta a Este com o Complexo Xisto-Grauváquico ante-Ordovícico e a Oeste com o Complexo Metamórfico da Foz do Douro. Está classificado como um granito leucocrata de grão médio a grosseiro, de duas micas. Por vezes destaca-se a ocorrência de uma fácies mais orientada, de grão médio a fino e mais rica em moscovite, assinalando o contacto do maciço granítico com as formações xistentas do Complexo Metamórfico da Foz do Douro, correspondente a um alinhamento NW-SE que passa pela Arrábida. Pode também apresentar uma textura mais grosseira e tendência porfiróide em zonas onde ocorram manifestações pegmatíticas. Diversos autores estudaram a relação entre a ZCI e a orogenia Hercínica, dentre eles Noronha et al. (1981), Couto (1993) e Dias & Ribeiro (1995). As fases finais da deformação atuaram sob a ação de uma tensão compressiva máxima N-S que implicou o rejogo das fraturas correspondentes ao período no qual o sistema frágil NNE-SSW atingiu maiores proporções. Medições do diaclasamento nos afloramentos

graníticos distribuídos pela cidade revelam como sistemas principais os de orientação NE-SW (N30º a N60ºE) e ENE-WSW a NW-SE (N100º a N140ºE) (*Carta Geotécnica do Porto*, 2003). Dados isotópicos U-Pb em zircão e monazite e Rb-Sr em rocha total sugerem uma idade entre 318±2 Ma e 311±7 Ma para a sua instalação (Almeida, 2001; Almeida et al. 2015).

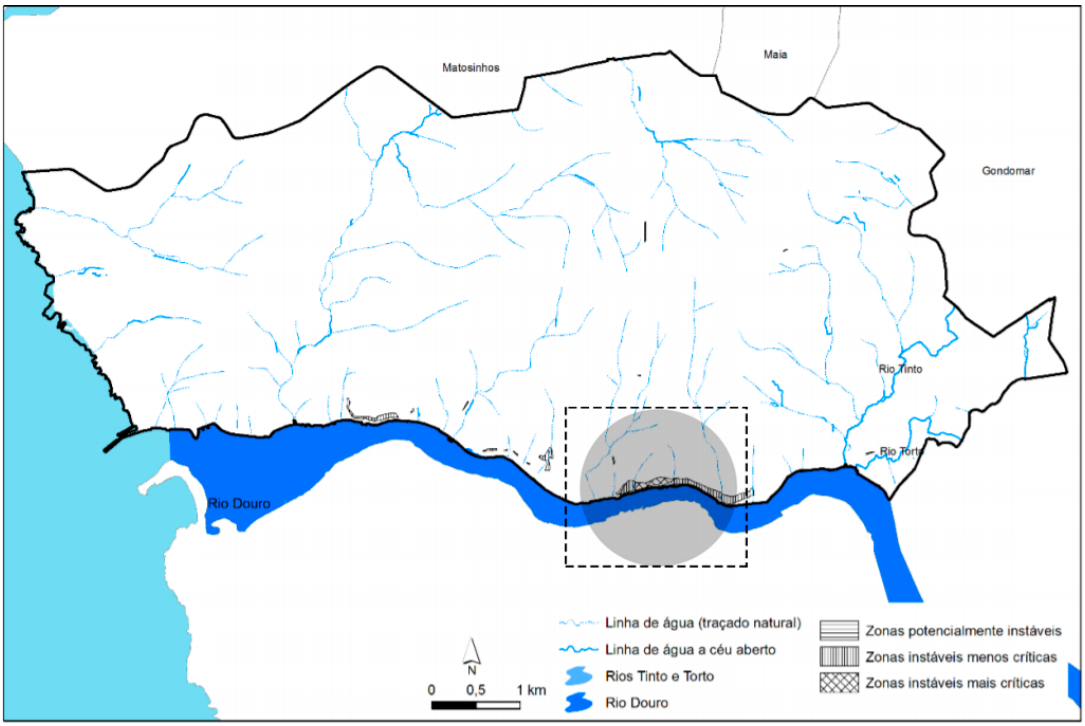


Figura 2. Linhas de água e estabilidade de taludes, com destaque para o Centro Histórico do Porto (Fonte: Adaptado de CEGOT, 2018).

O *Granito do Porto* é caracterizado pelo seu intenso grau de meteorização, refletido em graus de alteração e fraturação do maciço rochoso bastante variáveis, apresentando graus de alteração de nível W1 a W5 e F1 a F5 de fracturação, e a apresentar três principais famílias de descontinuidades, duas sub-verticais e uma sub-horizontal. As descrições associadas a estas classificações estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Classificação do grau de alteração, adaptada de ISRM (Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas)

Grau de alteração	Termo	Descrição
W1	rocha-sã	Sem sinais de alterações Ligeira descoloração
W2	pouco alterado	Maciço levemente descolorado Oxidação ao longo das descontinuidades Maciço não enfraquecido
W3	moderadamente alterado	Maciço enfraquecido Totalmente descolorado
W4	muito alterado	Mais de 35% da rocha encontra-se desintegrado ou decomposto
W5	completametne alterado	Todo material da rocha encontra-se desintegrado ou decomposto Mantém uma estrutura da rocha original

Tabela 2. Classificação do grau de fraturação, adaptada de ISRM (Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas)

Grau de fraturação	Espaçamento	Descrição
F0	> 6000 mm	Extremamente afastadas
F1	2000 a 5999 mm	Muito afastadas
F2	600 a 1999 mm	Afastadas
F3	200 599 mm	Moderadamente afastadas
F4	60 a 199 mm	Próximas
F5	20 a 59 mm	Muito próximas
F6	< 20 mm	Extremamente próximas

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS

O presente trabalho se propõe como uma ferramenta que permite aos estudantes e demais interessados, a construção de uma relação entre as ciências que se relacionam com a geologia e os aspetos de arquitetura e urbanismo do Centro Histórico do Porto. Esta relação é feita por meio da contextualização entre a história da cidade e a aplicação das rochas em sua estruturação, a relação entre as obras urbanas e a geomorfologia e topografia das áreas selecionadas, a natureza e proveniência das pedras utilizadas nos edifícios, esculturas, praças, fontes e fachadas, bem como a alteração e deterioração do granito devido à ação da natureza, de atividades industriais e atuação antrópica.

Neste sentido, através de uma visita de estudo que obedece à temática da geologia, é possível entrar em contato principalmente com aspetos da química e da biologia, através da observação da deterioração das rochas utilizadas nas construções de grande valor cultural e com aspetos da história e da geografia, através do estudo do contexto político e social das obras e do desenvolvimento da cidade, para além do âmbito da geologia geral.

Apresentação geral do Percurso Urbano Geológico

O percurso geológico proposto tem início na estação de metro Jardim do Morro, na Serra do Pilar, em Vila Nova de Gaia e termina na Igreja do Carmo, freguesia da Vitória da cidade do Porto (Figura 4), e corresponde a um roteiro pedestre de 2,3 km de extensão, num total de 10 paragens e aproximadamente duas horas e trinta minutos de duração. A distância total foi calculada através do *software Google Earth Pro*, que também foi utilizado na elaboração do perfil de elevações do percurso (Figura 3), que demonstrou que a altitude máxima atingida corresponde a 88 m e a mínima a 50 m. O grande declive demonstrado nos primeiros 200 m do percurso corresponde ao vale fluvial do Rio Douro.

Figura 3 – Perfil de altitudes do percurso (Fonte: Google Earth PRO).

O grau de dificuldade foi estabelecido como “fácil”, de acordo com o critério adotado pela *FPCM* (Federação de Portuguesa de Campismo e Montanhismo), em que são considerados grau “fácil” os percursos que não apresentam declives acentuados, que podem ser praticados em um ritmo

lento, duram até 4h e são indicados para qualquer pessoa em bom estado de saúde, inclusive crianças e principiantes.

Recursos oferecidos

O denominado suporte informativo (Figura 5), trata-se de um documento de 8 páginas, escrito em fonte 14pt, que poderá ser impresso e levado a campo, composto por um resumo das explicações dos aspetos geológicos em destaque, observados a cada paragem.

O suporte informativo inclui um código QR que permite que os utilizadores tenham acesso ao roteiro do percurso através da aplicação *Google Maps*, para que se possa aproveitar os recursos de localização GPS, comum aos dispositivos móveis. Para ter acesso a estes recursos, o utilizador deverá utilizar a aplicação de câmara do telemóvel, e apontá-la para o código QR, para que o mesmo seja reconhecido e possa encaminhar, automaticamente, o utilizador à página do roteiro.

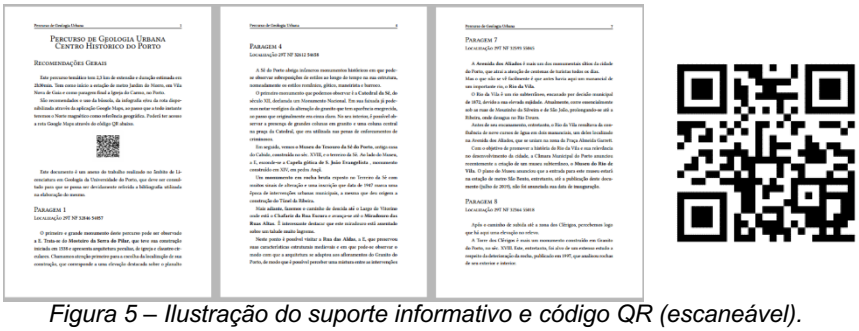


Figura 5 – Ilustração do suporte informativo e código QR (escaneável).

Como alternativa ao uso do telemóvel em campo, o código QR acima referido dá também acesso à denominada infografia (Figura 6), que consiste na carta do roteiro, em tamanho A4, com escala gráfica e indicações das paragens, que poderá ser transferida e impressa para utilização em campo.

Figura 5. Miniatura da página de infografia, com indicação do traçado do percurso e das paragens.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível apresentar as principais características do percurso de geologia urbana proposto como uma resposta prática ao esforço de reunir as informações publicadas a respeito dos diferentes aspetos geológicos que influenciam atualmente ou tiveram influência na evolução urbana do Centro Histórico do Porto.

O percurso tem carácter pedagógico e pode ser realizado por qualquer pessoa que tenha interesse no âmbito da Geologia. Devido as suas características, classifica-se como um percurso de grau de dificuldade "fácil", podendo ser realizado inclusive por crianças e principiantes.

Estão disponibilizados recursos de apoio, que consistem em um documento de suporte informativo e infografia, bem como uma rota para utilização na aplicação Google Maps, para utilização em dispositivos móveis.

Pretende-se com o presente trabalho, que possa ser uma ferramenta de divulgação do estudo não apenas de Geologia geral, mas também do ensino para as ciências, através da utilização de tecnologias atuais e os benefícios pedagógicos proporcionados por uma visita de campo, que podem ajudar a despertar o interesse das ciências geológicas nas próximas gerações de estudantes.

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho não se faria possível sem o inerente apoio e orientação de docentes do DGAOT a quem são oferecidos nossos mais sinceros agradecimentos.

Referências

Almeida, A. (2001). Geochemical and geochronological characterization of the syntectonic two-mica granite of Porto (NW Portugal). In M. Lago, E. Arranz & C. Galé (Eds.), *Proceedings III Congreso Ibérico de Geoquímica y VIII Congreso de Geoquímica de España* (pp. 311-315). Zaragoza: Instituto Tecnológico de Aragón.

Almeida, A., Santos, J.F., Noronha, F. (2015). Discussão sobre a determinação da idade do granito do Porto pelo sistema Rb-Sr: implicações do valor da constante de decaimento do ^{87}Rb. *Comunicações Geológicas, 102,* Especial I, 143-145.

Carta Geotécnica do Porto (2003). *Notícia Explicativa*. Porto: Câmara Municipal do Porto.

CEGOT (2018). *Relatório de Caracterização e Diagnóstico. Revisão do Plano Director Municipal do Porto.* Retirado de https://tinyurl.com/v7fktxo

Couto, M.H.M. (1993). *As mineralizações de Sb-Au da região Dúrico-Beirã* (Tese de doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal). Retirado de https://tinyurl.com/wzxpbkk

Dias, R. & Ribeiro, A. (1995). The Ibero-Armorican Arc: A collision effect against an irregular continent? *Tectonophysics, 246(1-3),* 113-128.

Ferreira, N., Iglésias. M., Noronha, F., Pereira, E., Ribeiro, A.& Ribeiro, M.L. (1987). Granitóides da Zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In F. Bea, A. Carnicero, J. Gonzalo, M. L. Plaza & M. A. Rodriguez (Eds), *Geologia de los Granitoides y Rocas Asociadas del Macizo Hesperico* (pp. 37-51). Madrid: Editorial Rueda.

Fonseca, L., Ramos, L., Galiza, A. C., & Chaminé, H. I. (2010). Avaliação geomecânica de maciços rochosos fracturados e as tecnologias de perfuração: consequências técnico-económicas. In A. G. Correia et al. (Eds.), *Actas do 12º Congresso Nacional de Geotecnia - Geotecnia e Desenvolvimento Sustentável* (pp. 279-288) Guimarães: SPG/UM.

Lemos, F. S. & Martins, M. (1992). A arqueologia urbana em Portugal. *Penélope, 7*, 93-103.

Mendes, M. J. F. (2013). *A (Re)Intervenção no centro histórico do Porto: Largo da Pena Ventosa* (Dissertação de mestrado, Universidade Lusíada, Vila Nova de Famalicão, Portugal). Retirado de https://tinyurl.com/sqxu7t6

Noronha, F., Ramos, J. M. F., Rebelo, J. A. & Ribeiro, A. (1981). Essai de correlation des phases de deformation hercyniennes dans le nord-ouest Peninsulaire. *Leidse Geologische Mededelingen, 52*, 87-91.

Real, M.L., Távora, M.J., Osório, M. P., & Teixeira, F. F. (1985). Escavações arqueológicas do Morro da Sé. *Boletim Cultural da Camara Municipal do Porto*, 2, (3-4).

EXPOSIÇÃO “OLHARES SOBRE O MANGUEZAL”: O USO DA FOTOGRAFIA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DIVULGAÇÃO EM CIÊNCIAS

Juliana Corrêa Taques Rocha[1], Manuella Villar Amado[2]

[1]Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo, (BRASIL)
[2]Instituto Federal do Espírito Santo - IFES (BRASIL)
julianataques@yahoo.com.br

Resumo

Atualmente, a fotografia está muito presente no cotidiano das pessoas como meio de expressão e comunicação. A imagem fotográfica é uma linguagem universal que pode ser utilizada de variadas formas e com inúmeros propósitos. A fotografia pode servir, por exemplo, como uma ferramenta importante para a Educação Ambiental devido ao seu potencial para a sensibilização e desenvolvimento do senso crítico, atuando na formação de cidadãos conscientes e responsáveis. Esta pesquisa, de natureza qualitativa do tipo exploratória descritiva, buscou investigar as possíveis contribuições da fotografia como estratégia de educação ambiental e divulgação científica. Os dados foram produzidos por meio de observações, questionários, registros audiovisuais e relatos escritos pelos alunos durante a organização e montagem da exposição fotográfica intitulada “Olhares sobre o Manguezal”. A análise tomou como base os estudos sobre o uso da fotografia na educação ambiental nos trabalhos de Silveira & Alves (2008), Araujo & Fernandes (2010) e Severino (2010). A exposição foi realizada em 2018, após uma intervenção didática construída a partir de questões socioambientais na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Concha D’Ostra, unidade de conservação situada na área central do município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. Participou da intervenção um grupo de alunos de segunda série da Escola Estadual de Ensino Médio “Guarapari”, localizada no município de mesmo nome. A exposição fotográfica foi desenvolvida em quatro momentos: concepção, preparação, execução e avaliação, seguindo as orientações básicas de IBRAM (2017). Considerando a riqueza do material produzido ao longo da intervenção, principalmente dos registros das imagens feitos pelos alunos durante a aula de campo na RDS Concha D’Ostra, a professora sugeriu a exposição fotográfica como culminância das atividades desenvolvidas objetivando a promoção de um espaço voltado para a educação ambiental que oportunizasse o diálogo e a aprendizagem, além de estimular o envolvimento da comunidade escolar e do público em geral na divulgação e na valorização desse importante ecossistema. O local escolhido foi o *shopping center* da cidade, por ser acessível ao público e por apresentar uma grande circulação de pessoas. O material fotográfico produzido pelos alunos revelou, não só a beleza das paisagens naturais e a rica biodiversidade do manguezal, como também os principais impactos socioambientais na RDS Concha D’Ostra causados pela ação humana. O resultado da avaliação da exposição, na concepção da equipe organizadora e do público visitante, foi bastante positivo, tanto em relação à experiência ao participar do evento, quanto às contribuições para sensibilização e conscientização socioambiental. A realização de um evento como esse tornou-se uma ocasião favorável tanto para a divulgação do trabalho desenvolvido pelos alunos como para ampliar a visibilidade desse ecossistema fundamental para a região; e contribuiu para despertar nos visitantes o sentimento de responsabilidade individual e coletiva pelas reservas naturais que os cercam.

Palavras-chave: ensino de ciências; exposição fotográfica; divulgação em ciências; educação ambiental.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a fotografia está muito presente no cotidiano das pessoas como meio de expressão e comunicação. A imagem fotográfica é uma linguagem universal que pode ser utilizada de variadas formas e com inúmeros propósitos.

Araujo e Fernandes (2010), sugerem o uso da fotografia em estratégias metodológicas relacionadas à Educação Ambiental, pois ao conjugar a temática do meio ambiente em sua

estética, passa a valorizar, despertar interesse e estimular a discussão e a reflexão sobre tal assunto.

A fotografia pode servir como uma ferramenta importante para a Educação Ambiental, devido ao seu potencial para sensibilização, desenvolvimento do senso crítico, atuando na formação de cidadãos conscientes e responsáveis.

Ao investigar as contribuições da fotografia como recurso metodológico e educativo em Educação Ambiental, Silveira e Alves (2008) afirmam que, além de estar presente nos materiais impressos, a arte é valorizada em muitos processos de formação em Educação Ambiental como um modo de ver e estar no mundo e de produzir leituras diversificadas e singulares sobre a existência, a partir do desenho, da pintura, do vídeo, da fotografia, entre outros. Segundo as autoras, "todas essas modalidades artísticas propiciam/estimulam a integração dos sujeitos com o meio ambiente de forma lúdica, criativa, crítica e atraente" (SILVEIRA; ALVES, 2008, p. 136).

A iniciativa para realização de uma exposição fotográfica surgiu após uma intervenção didática construída a partir de questões socioambientais na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Concha D'Ostra, Unidade de Conservação situada na área central do município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. Participou da intervenção um grupo de alunos de segunda série da Escola Estadual de Ensino Médio "Guarapari", localizada no município de mesmo nome.

Considerando a riqueza do material produzido, principalmente dos registros das imagens feitos pelos alunos durante a saída de campo, a professora sugeriu a realização de uma exposição fotográfica como culminância das atividades desenvolvidas. Os alunos apoiaram a ideia e mostraram-se bastante entusiasmados com a nova proposta.

O material fotográfico produzido pelos alunos retratou, além da beleza das paisagens naturais e a rica biodiversidade do ecossistema manguezal, os principais impactos socioambientais na RDS Concha D'Ostra causados pela ação humana.

Os principais objetivos do recorte fotográfico produzido pelo grupo de alunos, sob a coordenação da professora, foram: promover um espaço de expressão, diálogo e aprendizagem, voltado para educação ambiental; debater sobre as questões socioambientais na RDS Concha D'Ostra; e estimular o envolvimento da comunidade escolar e do público em geral na divulgação e na valorização dessa importante Unidade de Conservação.

Assim, esta pesquisa buscou investigar o pontencial da linguagem fotográfica como recurso de aprendizagem, bem como as possíveis contribuições da fotografia como estratégia de educação ambiental e divulgação científica.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo exploratório descritivo, que tem por objetivo descrever determinado fenômeno, para o qual são realizadas análises empíricas e teóricas (MARCONI; LAKATOS, 2003, p.188). Os dados foram produzidos por meio de observações, questionários, registros audiovisuais e relatos escritos pelos alunos durante a organização e montagem da exposição fotográfica intitulada "Olhares sobre o Manguezal".

A análise tomou como base os estudos sobre o uso da fotografia na educação ambiental nos trabalhos de Silveira & Alves (2008), Araujo & Fernandes (2010) e Severino (2010).

A exposição fotográfica foi desenvolvida em quatro momentos: concepção, preparação, execução e avaliação, seguindo as orientações básicas de IBRAM (2017). Na tabela 1 são apresentadas as principais atividades desenvolvidas para realização da exposição fotográfica.

Seguidamente, descrevemos os aspectos mais relevantes em cada momento da realização da exposição fotográfica:

Tabela 1. Atividades desenvolvidas na exposição fotográfica. Fonte: Elaborado a partir de informações extraídas de IBRAM (2017).

Momentos da exposição fotográfica	Atividades
Concepção da exposição	• Reunião com o grupo de alunos e com a equipe pedagógica da escola; • Definição do título/tema da exposição; • Escolha do local e do período para realização do evento; • Elaboração de um projeto básico para realização da exposição; • Estabelecimento dos prazos para execução do projeto.
Preparação	• Seleção das imagens do acervo; • Contato com apoiadores e/ou captação de recursos para a realização da atividade; • Revelação das imagens fotográficas; • Compra dos materiais para montagem da exposição; • Preparação dos materiais (tratamento do acervo selecionado e organização); • Planejamento de atividades paralelas como palestras e exibição de vídeos relacionados à temática ambiental; • Divulgação do evento.
Execução	• Montagem da exposição propriamente dita; • Solenidade de abertura da exposição; • Abertura para visitação pública; • Desmontagem.
Avaliação	• Registro do número de visitantes no livro de presença; • Aplicação de questionário *online* para avaliação da visita.

Concepção da exposição

A primeira reunião com o grupo de alunos e com a direção da escola foi realizada no dia 25 de outubro de 2018. Na ocasião, foram definidos o título/tema, o local a expor e o período para realização do evento, também foram estabelecidos os prazos para execução do projeto fotográfico.

A escolha do título/tema para a exposição “Olhares sobre o Manguezal” teve o propósito de convidar o público a “olhar” a biodiversidade desse ecossistema e (re)pensar a complexa relação sociedade-natureza. Cada pessoa tem um ponto de vista, uma perspectiva, uma maneira particular de perceber o ambiente a sua volta.

O local escolhido para a exposição fotográfica foi o *shopping center* da cidade, por ser acessível ao público e por apresentar uma grande circulação de pessoas. O espaço já havia sido utilizado anteriormente para realização de outras exposições escolares e possui uma equipe administrativa bastante receptiva para esse tipo de evento.

Para expressar o conteúdo, a ideia e a forma da exposição, foi elaborado um projeto básico com a descrição dos processos de concepção e montagem contendo: tema, modalidade, categoria, datas e prazos, apresentação, objetivos, público alvo, justificativa e identificação dos responsáveis.

> Uma exposição se baseia na escolha e na apresentação de objetos que possam sustentar uma narrativa sobre um assunto determinado. As seleções e definições apontam as ideias e

> imagens desejadas e estabelecem, pelos sentidos, diálogos com o público (IBRAM, 2017, p.8).

Após contato com a administração do *shopping*, foi feito o encaminhamento da proposta com a apresentação e detalhamento do evento. O projeto fotográfico foi analisado e aprovado pelo comitê responsável. Deste modo, a realização da exposição foi agendada para o período de 27 de novembro a 02 de dezembro de 2018.

Preparação

No dia 06 de novembro de 2018 foi marcado um encontro no *shopping* da cidade para que o grupo de trabalho envolvido na organização pudesse averiguar o espaço disponível. Desse modo, foi possível ter uma ideia do que poderia ser feito em relação ao desenvolvimento do projeto fotográfico elaborado pela equipe organizadora.

Foi feito o contato com os responsáveis pela administração do *shopping* para verificar quais espaços, materiais e serviços poderiam ser disponibilizados para que a equipe pudesse efetuar a montagem da exposição.

Vale ressaltar que o projeto fotográfico foi enviado para a direção da escola, que aceitou com satisfação a proposta e também obtivemos o apoio da equipe pedagógica da EEEM “Guarapari” para o desenvolvimento das atividades. Os sujeitos concordaram com a participação na pesquisa e com o uso de imagem por meio da assinatura do Termo de Consentimento dos maiores de 18 anos e dos responsáveis legais pelos menores de idade.

Posteriormente, foi feita a seleção das imagens do acervo cedido pelos grupos participantes. Foram escolhidas 50 fotos do total de 407 imagens capturadas pelas equipes ao longo da intervenção didática. Em tempo, foi feita a impressão das imagens selecionadas em papel fotográfico, 11 delas no tamanho A3 (29,7 x 42 cm) e as outras no tamanho A4 (21 x 29,7 cm).

Houve uma preocupação da equipe em relação à compra dos materiais para montagem da exposição. Foi sugerido pelos próprios alunos dar preferência aos materiais que pudessem ser reciclados ou reaproveitados em um próximo trabalho realizado pela escola.

Quanto ao tipo de material usado para montagem das fotografias, em vez de trabalhar com molduras prontas, optamos por utilizar telas de pintura em dois tamanhos (40 x 40 cm e 40 x 50 cm), papel cartão preto, cola dupla face, além de réguas, tesouras e fitas adesivas.

As atividades referentes à preparação dos materiais para montagem das fotografias selecionadas, foram desenvolvidas na própria escola, no contraturno, pelo grupo de alunos sob a coordenação da professora (Fig. 1).

Figura 1 – Grupo de estudantes participando da montagem das fotografias para a exposição

As equipes foram organizadas para planejamento das atividades paralelas e estratégias para divulgação do evento. Foram sugeridas minipalestras, exibição de vídeos e elaboração de dinâmica para interação com público visitante.

Na ocasião, foi preparado o livro de presença, contendo, na primeira página, o termo de abertura e nas páginas seguintes o local para registro de data, nome do visitante e cidade/estado de origem. Foi elaborado também um questionário *online* para avaliação da exposição, com o intuito de verificar, a partir das respostas dos visitantes, se os objetivos propostos no projeto expográfico foram alcançados.

Foi produzido um *banner* para divulgação da exposição fotográfica nas mídias eletrônicas, além de um pôster físico para ser usado no próprio espaço do *shopping*, convidando o público para a visitação.

Execução

Na manhã do dia 27 de novembro a equipe organizadora efetuou a montagem da exposição propriamente dita. Alguns materiais foram cedidos pela administração do *shopping* como os cavaletes de madeira para apoio das telas, mesas e equipamento de som, além de uma vitrine para montagem do mural fotográfico.

Os estudantes organizaram a disposição dos cavaletes, que ficaram expostos no primeiro piso. O mural fotográfico foi montado em uma vitrine de loja que se encontrava desocupada. Utilizando fotografias previamente selecionadas, os alunos produziram um vídeo com 2:08 minutos de duração para exibição de algumas imagens do acervo de maneira aleatória em um monitor de TV instalado na vitrine cedida para montagem do mural (Fig. 2).

Figura 2 – Disposição do material fotográfico e apresentação do mural de fotos.

Às 16 horas foi realizada uma breve solenidade de abertura. A professora fez uma apresentação geral da exposição e, em seguida, passou a palavra para o biólogo convidado, que discursou brevemente sobre o ecossistema manguezal, a importância da sua conservação e sobre a sua participação na aula de campo, uma das etapas realizadas na intervenção didática.

Um grupo preparou uma dinâmica para interagir com o público. Na ocasião, cada visitante, de maneira espontânea e voluntária, retirava da urna uma fotografia colada em papel cartão e, logo em seguida, era questionado sobre a percepção que teria daquela imagem. O visitante deveria então responder a seguinte pergunta: “Qual o seu olhar sobre o manguezal?”.

O público participante foi convidado a responder ao questionário *online* elaborado pela equipe organizadora para avaliação da visita.

A Fig. 3 traz algumas fotografias produzidas no primeiro dia da exposição.

Figura 3 – Abertura da exposição "Olhares sobre o manguezal"

A visitação ocorreu oficialmente até o dia 02 de dezembro e, durante a semana, os professores da EEEM "Guarapari" se organizaram para levar as turmas para visitarem a exposição.

Foram necessários dois momentos para fazer a desmontagem da exposição, devido à falta de compatibilidade de horário disponível entre os integrantes da equipe.

Avaliação

Para avaliação do trabalho desenvolvido em uma exposição são necessárias reuniões frequentes com a equipe organizadora para acompanhamento e execução das tarefas. Recomenda-se também a avaliação feita pelo público visitante para que estes tenham a chance de relatar sua experiência (IBRAM, 2017).

O livro de registro de presença foi usado para verificar o número de visitantes. Já a aplicação do questionário *online*, para conhecer o perfil do público e para realizar a avaliação da visita à exposição.

RESULTADOS

Após a realização da exposição, foram feitas análise e discussão dos resultados. Foram registradas 237 assinaturas no livro de presença e 114 respostas ao questionário *online*.

O perfil dos participantes que responderam ao questionário era de 63% do sexo feminino e 37% do sexo masculino. A faixa etária variou de 15 a 70 anos, com predomínio das idades de 16 anos (44%), 17 anos (26%) e 15 anos (15%). Quanto ao local de moradia dos participantes, constaram nas respostas 30 bairros diferentes de Guarapari e um bairro de Anchieta, município vizinho. Em relação ao público que respondeu ao questionário, 95% eram alunos da EEEM "Guarapari", os demais eram visitantes (público em geral).

Tabela 2 – Resultado da análise das respostas à questão número 3 da avaliação da visita à exposição.

Aspecto de relação	**Palavras relacionadas***	**Ocorrência**
Impactos/problemas ambientais	Lixo	35
	Poluição	23
	Esgoto	12
	Construções em áreas de manguezal	03
	Acúmulo de água nos quintais	02
	Descuido com a natureza	01
	Entulho	01
	Jarro velho	01
	Sapato	01
Espécies encontradas no manguezal	Libélula	12
	Caranguejo	07
	Fauna/Animais	05
	Flora/Plantas/Vegetação	05
	Seres vivos	03
	Biodiversidade	02
	Borboleta	02
	Ninhos de pássaros	01
Belezas naturais	Libélula	12
	Caranguejo	07
	Paisagens	07
	Beleza(s)	05
	Manguezal	05
	Natureza	04
	Pôr do sol	01
Outros	Todas	04

Nota: *As palavras relacionadas foram registradas na tabela na sequência do mais citado para o menos citado.

Quando perguntados “Você já participou de alguma palestra ou atividade sobre meio ambiente e educação ambiental na escola ou em outro local?”, 79% responderam SIM e 21% responderam NÃO. Em relação à pergunta “Você considera importante a realização de atividades de Educação Ambiental para formação de cidadãos conscientes, críticos e participativos na sociedade?”, houve unanimidade entre os participantes, que registraram apenas respostas positivas.

A tabela 2 refere-se à questão 3: “Quais fotografias mais chamaram a sua atenção durante a visita à exposição?”.

Verificou-se que a maioria das respostas estavam relacionadas aos impactos e/ou problemas ambientais retratados nas fotografias. As justificativas dadas pelos participantes ao mencionar tais imagens, demonstram que os participantes ficaram sensibilizados e preocupados com a situação evidenciada nas fotos.

A seguir, são apresentadas algumas justificativas dos visitantes em relação à esse questionamento:

- Visitante 01. – *[...] Lixo no manguezal. Me chamou a atenção, pois não sabia que o manguezal estava sendo degradado de forma tão intensa. A foto mostra uma paisagem bonita, mas que está sendo prejudicada com o descarte incorreto do lixo.*
- Visitante 27. – *[...] Fotografias do lixo no mangue. É bem visível como a população não tem o cuidado com o meio ambiente e não se preocupa em cuidar dele.*
- Visitante 36. – *[...] As fotos que continham lixo na área do mangue, isso mostra que as pessoas devem se conscientizar e preservar o ambiente.*
- Visitante 62. – *[...] As que mostram o lixo no local chamam atenção por retratarem o descaso com as espécies que vivem no manguezal.*
- Visitante 72. – *[...] As que mostravam a poluição. Essas imagens são fortes, porém importantes para vermos quão grave é a situação e fazermos algo a respeito.*
- Visitante 106. – *[...] Das espécies que habitam no manguezal. Porque em meio ao caos produzido pelos humanos, a fauna e a flora continuam resistindo.*
- Visitante 109. – *[...] A fotografia que me chamou atenção foi a de uma paisagem tão bonita, mas ali havia o esgoto daquela região, a céu aberto, indo direto ao mangue.*

Ao serem questionados se já conheciam ou tinham ouvido falar da RDS Concha D'Ostra, 71% responderam NÃO e apenas 29% responderam SIM. Esse resultado surpreendeu, uma vez que a RDS Concha D'Ostra está localizada na área central envolvendo vários bairros do município.

Tabela 3 – Avaliação da visita à exposição quanto às contribuições.

Avaliação da visita à exposição	Nenhuma contribuição	Pouca contribuição	Contribuição moderada	Boa contribuição	Excelente contribuição
Contribuiu para compreender a importância desse ecossistema para nossa região?	-	-	1	29	84
Contribuiu para a discussão e reflexão sobre as questões socioambientais na Reserva Concha D’Ostra?	-	1	2	30	81
Contribuiu para estimular o envolvimento do público na divulgação e na valorização dessa Unidade de Conservação para Guarapari e região?	-	-	4	22	88
Contribuiu de alguma forma para a sensibilização e conscientização socioambiental?	-	-	6	30	78

De maneira geral, a visita à exposição “Olhares sobre o Manguezal” foi muito bem avaliada pelos participantes que responderam ao questionário. Em relação à pergunta “Como você avalia a sua experiência ao visitar a exposição?”, “Muito boa” foi a resposta de 84% dos visitantes, “boa” foi a resposta de 18% e “satisfatória” dos 8% restantes.

A tabela 2 apresenta o resultado da avaliação da visita à exposição “Olhares sobre o Manguezal” quanto às contribuições.

Tendo em vista as evidências apresentadas anteriormente, foi possível constatar que os objetivos do recorte fotográfico foram alcançados com êxito. A equipe organizadora ficou bastante satisfeita com a realização do evento e com o resultado positivo da avaliação dos participantes a respeito da visita à exposição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trazer a temática socioambiental para uma exposição fotográfica, possibilitou trabalhar o conceito de complexidade de Morin (2008), que considera a incerteza e as contradições como parte da vida e da condição humana e, ao mesmo tempo, sugere a solidariedade e a ética como caminho para a religação dos saberes.

O tratamento dos aspectos socioambientais que caracterizam um dado espaço possibilita que conteúdos teóricos sejam abordados a partir de uma referida realidade, mostrando ao outro que a sua participação é fundamental para a construção desse conhecimento (SILVEIRA; ALVES, 2008).

Araujo e Fernandes (2010), consideram que aliar a fotografia à educação embiental é “tornar notável a necessidade da preservação ambiental" e constitui um terreno fértil na elaboração de uma nova relação homem e natureza e do homem com sua própria natureza.

A mediação pedagógica da fotografia no ensino dos temas transversais proporciona diferentes possibilidades de aprendizagem. Este contato com a arte fotográfica incentiva professores e alunos a ler o mundo por meio do recurso da imagem (SEVERINO, 2010).

A realização de um evento como esse, utilizando a linguagem fotográfica e envolvendo os próprios estudantes na organização e montagem da exposição, torna-se uma ocasião favorável tanto para a divulgação do trabalho desenvolvido pelos alunos como para ampliar a visibilidade desse ecossistema tão importante para Guarapari e região, podendo contribuir para despertar nos visitantes o sentimento de pertencimento, a preocupação individual e coletiva, contribuindo para a sensibilização e conscientização ambiental.

Vale destacar a participação efetiva e o protagonismo assumido pelos estudantes, que trouxeram novas ideias e sugestões, enriquecendo ainda mais a experiência.

Os resultados apontaram a eficácia do uso da fotografia como recurso de aprendizagem. Foi possivel evidenciar as potencialidades e as contribuições da linguagem fotográfica como estratégia de educação ambiental e divulgação em Ciências ao tratar a temática socioambiental com a participação da comunidade escolar e do público em geral.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio concedido no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

Araujo, D. L. C., & Fernandes, M. A. F. (2010). A estética fotográfica a favor da sensibilização ambiental: reflexão e prática. *Educação Ambiental em Ação*, 32 (IX). Retirado de http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=858

IBRAM - Instituto Brasileiro de Museus. (2017). *Caminhos da memória: para fazer uma exposição*. Brasília: Instituto Brasília Ambiental.

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2013). *Fundamentos de metodologia científica* (5. ed.). São Paulo: Atlas.

Morin, E. (2008). *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. (E. Jacobina Trans.) (14 ed.) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Severino, F. E. S. (2010). A mediação pedagógica da fotografia no ensino dos temas transversais. *Educação & Linguagem, 13*, 175-188.

Silveira, L. S., & Alves, J. V. (2008). O uso da fotografia na educação ambiental: tecendo considerações. *Pesquisa em educação ambiental, 3*(2), 125-146.

A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DE CIRCUITOS EDUCATIVOS: UM OLHAR SOBRE A COMPLEMENTARIDADE DA EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO FORMAL

Manuella Villar Amado[1], Luciane da Silva Lima Vieira[2], Aleide Cristina de Camargo[2], Savana de Freitas Nunes[3]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha - IFES (BRASIL)
[2]Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo - SEDU (BRASIL)
[3]Instituto Estadual de Meio Ambiente - IEMA (BRASIL)
manuella@ifes.edu.br

Resumo

A apropriação do conhecimento científico é parte fundamental da formação humana, porém não podemos mais conceber um ensino de ciências que não seja orientado em saber o que fazer com esse conhecimento em contexto sociocultural. Considerando um ensino de ciências contextualizado, Chassot (2016) define a alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem. O objetivo desse trabalho foi investigar de que maneira a visitação de espaços de educação não formal organizados em circuitos educativos com temáticas socioculturais pode contribuir na promoção da alfabetização científica de alunos da educação básica brasileira. É uma pesquisa de abordagem qualitativa. Os dados foram coletados a partir de estudo bibliográfico, visitas a espaços não formais, entrevistas semiestruturadas, questionários e registro em diário de bordo. A investigação foi dividida em três etapas:1) Elaboração de Propostas de Circuitos Educativos; 2) Validação por pares (professores da educação básica); 3) Análise do potencial para a promoção da Alfabetização Científica. Participaram como sujeitos da pesquisa 28 professores-alunos do Curso de Pós-graduação em Educação e Divulgação em Ciências, 24 professores-alunos do Mestrado Profissional em Ciências e Matemática e 63 profissionais da educação de instituições públicas ou particulares do Espírito Santo, Brasil. Os resultados apontaram cinco propostas de circuitos educativos: I) Rota da Rodovia do Sol, localizado em Vila Velha, contemplando o Parque Estadual Paulo César Vinha, Fazenda Rico Caipira, Aeroclube do Espírito Santo, Cachaçaria Reserva do Gerente e o Faunoduto da concessionária da RodoSol; II) Circuito Socioambiental Parque Estadual de Itaúnas, localizado em Conceição da Barra, contemplando ambientes de trilhas em Restingas (Alméscar, Buraco do Bicho, Pescador e Tamandaré), praias e ecossistemas associados (Itaúnas, Guaxindiba e Riacho Doce) e comunidades nos limites e entorno (Comunidade Quilombola Angelim I, Aldeia indígena Paulo Jacó, Assentamento Paulo Vinha e a Vila de Itaúnas); e três circuitos agroeducativos III) Circuito Agroeducativo Fermentação, IV) Circuito Agroeducativo Agroturismo e V) Circuito Agroeducativo Histórico-Cultural, localizados no município de Venda Nova do Imigrante, contemplando duas associações: AFEPOL-Associação Festa da Polenta e a Associação de Voluntárias Pró-Hospital Padre Máximo; e sete propriedades agroturísticas: Sítio Lorenção, Sítio Brioschi, Sítio Busatto, Fazenda Carnielli, Tia Cila, Cervejaria Altezza e Café da Roça-Altoé da Montanha. Após a validação por pares, o estudo permitiu concluir que os circuitos educativos contribuem para que professores trabalhem a educação não formal de maneira complementar a educação formal, promovendo reflexões reais do cotidiano dos alunos, na direção de promover o processo de alfabetização científica em seus três eixos estruturantes (Sasseron & Carvalho, 2011): compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Palavras-chave: Espaço não formal; Divulgação Científica; Educação Científica; Circuitos Educativos

INTRODUÇÃO

A apropriação do conhecimento científico é parte fundamental da formação humana, porém não podemos mais conceber um ensino de ciências que não seja orientado em saber o que fazer com esse conhecimento em contexto sociocultural. Considerando um ensino de ciências contextualizado, Chassot (2016) define a alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem.

Chassot (2016) traz a alfabetização científica em duas perspectivas, primeiro a capacidade de entender e descrever a natureza por meio de uma linguagem dita científica, e segundo, propiciar a homens e mulheres uma alfabetização científica capaz de promover a inclusão social, reforçando a ideia que a ciência possa ser entendida por todos e ser facilitadora do estar fazendo parte do mundo.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 154) ressaltam a importância de temas que fazem parte da vida dos indivíduos e defendem que o ponto de partida e de chegada é o mundo em que a vida se dá, visto que, o conhecimento científico aparece como uma das formas – nem a única nem a mais importante, mas indispensável na atualidade – de atuar e explicar criticamente.

Nesta perspectiva, abordar temas socioculturais no contexto do ensino de ciências, pode promover discussões para a formação de senso crítico e de responsabilidades individuais e coletivas para a tomada de consciência dos problemas cotidianos. Conhecer e reconhecer os espaços que fazem parte da própria comunidade a partir de um olhar científico é um caminho para promover a contextualização dos conteúdos no ensino de ciências. Assim, a educação vai muito além da escola. Cada grupo humano possui modelos e padrões constituídos. Na medida em que existe uma variedade imensa de subgrupos com culturas específicas, constituem-se formas diferentes de interações. Exatamente por isso, pela garantia das singularidades culturais, a importância de se compartilhar as informações, socializar o conhecimento acumulado.

O presente trabalho pretendeu dialogar sobre uma educação mais integradora por meio da articulação entre a escolarização, ou seja, a educação formal, e outras perspectivas de educação intencional que vão para além da escolarização, como por exemplo, por meio da educação não formal, neste caso, através da visitação a diferentes espaços fora da escola, no entorno da comunidade e integrados por uma temática sociocultural formando circuitos educativos.

Vale ressaltar que a educação não formal é um campo ainda em construção, e que vem gerando polêmicas discursivas, principalmente no meio acadêmico. No discurso internacional, a educação não formal tornou-se parte de políticas educacionais no final dos anos 1960 (Smith, 1996). Marco desse movimento foi o documento da UNESCO, de 1972, “Learning to be – The Faure Report”, que firmou metas quanto à “educação ao longo da vida” (*lifelong education*) e à “sociedade de aprendizagem” (*learning society*). Esse documento influenciou uma divisão do sistema educacional em três categorias, descritas por Coombs, Prosser e Ahmed, em 1973 (Smith, 1996), como:

- Educação Formal: sistema de educação hierarquicamente estruturado e cronologicamente graduado, da escola primária à universidade, incluindo os estudos acadêmicos e as variedades de programas especializados e de instituições de treinamento técnico e profissional.
- Educação Não Formal: qualquer atividade organizada fora do sistema formal de educação, operando separadamente ou como parte de uma atividade mais ampla, que pretende servir a clientes previamente identificados como aprendizes e que possui objetivos de aprendizagem.
- Educação Informal: verdadeiro processo realizado ao longo da vida em que cada indivíduo adquire atitudes, valores, procedimentos e conhecimentos da experiência cotidiana e das influências educativas de seu meio – na família, no trabalho, no lazer e nas diversas mídias de massa.

No Brasil, o discurso maior sobre a educação não formal na academia, se iniciou com Maria da Glória Gohn (1998), quando publicou um artigo em 1998 intitulado “Educação Não Formal – um novo campo de atuação”. Na concepção de Gohn (1998), educação é mais ampla do que a de aprendizagem e se associa ao conceito de cultura. Gohn (2006) afirma que a finalidade da educação não formal é capacitar os indivíduos de maneira a torná-los cidadãos conhecedores da realidade social em que vivem, considerando que o fortalecimento do exercício da cidadania ocorre quando as relações dentro de uma sociedade estão baseadas em igualdade e justiça

social. A educação não formal é um processo sociopolítico, cultural e pedagógico de formação para a cidadania, entendendo o político como a formação do indivíduo para interagir com o outro em sociedade. Dois aspectos da educação não formal propostos por Gohn (2010) foram foco deste trabalho: a formação cidadã e suas relações de complementaridade com as práticas de educação formal.

A educação não formal articulada com a educação formal pode contribuir de forma significativa para a formação de sujeitos aptos a atuar criticamente no meio no qual vivem, tanto no que se refere à tomada de decisões, quanto na formação de valores. Dentro deste contexto teórico, o objetivo desse trabalho foi investigar de que maneira a visitação de espaços de educação não formal organizados em circuitos educativos com temáticas sociocultuais pode contribuir na promoção da alfabetização científica de alunos da educação básica brasileira.

O percurso metodológico

É uma pesquisa de abordagem qualitativa (Marconi & Lakatos, 2010). Os dados foram coletados a partir de estudo bibliográfico, visitas a espaços de educação não formal, entrevistas semiestruturadas, questionários e registro em diário de bordo. A investigação foi dividida em três etapas:1) Elaboração de Propostas de Circuitos Educativos; 2) Validação por pares (professores da educação básica) 3) Análise do Potencial para a promoção da Alfabetização Científica. O instrumento de validação foi adaptado de Guimães e Giordan (2011). A pesquisa ocorreu no período de 2017 e 2018. De forma geral, participaram como sujeitos da pesquisa 28 professores-alunos do Curso de Pós-graduação em Educação e Divulgação em Ciências, 24 professores-alunos do Mestrado Profissional em Ciências e Matemática e 63 profissionais da educação de instituições públicas ou particulares do Espírito Santo, Brasil. No instrumento de validação, foram avaliados dois aspectos: A- Organização e estrutura dos circuitos educativos e B- Conteúdos e contextualização. Cada aspecto foi avaliado com um grau de suficiência crescente que variou de 1 a 5. O potencial para alcançar a alfabetização científica a partir dos circuitos educativos foi analisado pela presença de seus três eixos estruturantes segundo Sasseron e Carvalho (2011): compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

RESULTADOS

A partir da visitação a diversos espaços de educação não formal no contexto social e científico, foram propostos e validados cinco circuitos educativos localizados no Estado do Espírito Santo, no Brasil: I) Rota da Rodovia do Sol; II) Circuito Socioambiental Parque Estadual de Itaúnas; III) Circuito Agroeducativo Fermentação; IV) Circuito Agroeducativo Agroturismo e V) Circuito Agroeducativo Histórico-Cultural.

Elaboração de Propostas de Circuitos Educativos

Circuito 1: Rota da Rodovia do Sol (Vila Velha)

Na proposta do circuito da Rota da Rodovia do Sol (Fig.1), que está localizado no município de Vila Velha, houve uma preocupação em compreender o processo de ocupação e urbanização do território cortado pela Rodovia do Sol – ES 060. Partindo de como era esse território e como ele foi se modificando ao longo do tempo, foram estabelecidas as seguintes temáticas e os seus respectivos locais: 1 - Nosso Território: um olhar a partir do Natural - Parque Estadual Paulo César Vinha; 2 - Nosso Território: um olhar a partir do Rural – A Fazenda Rico Caipira e a Cachaçaria Reserva do Gerente; 3 - Nosso Território: um voo sobre o crescimento da cidade – Aeroclube do Espírito Santo; 4 - Tema: Nosso Território: um olhar de benefícios e contradições sobre a Concessionária RodoSol: Laboratório de Fauna e o Faunoduto.

Figura 1. Mapa da Rota Educativa na Rodovia do Sol (ES-060).

Circuito 2: Parque Estadual de Itaúnas (Conceição da Barra)

O Circuito Socioambiental Parque Estadual de Itaúnas está localizado no município de Conceição da Barra, contemplando ambientes de trilhas em Restingas (Alméscar, Buraco do Bicho, Pescador e Tamandaré), praias e ecossistemas associados (Itaúnas, Guaxindiba e Riacho Doce) e comunidades nos limites e entorno (Comunidade Quilombola Angelim I, Aldeia indígena Paulo Jacó, Assentamento Paulo Vinha e a Vila de Itaúnas). A área do Parque Estadual de Itaúnas (PEI) é uma unidade de conservação de proteção integral que foi criada em 08 de novembro de 1991 pelo Decreto Estadual Nº. 4.967-E, com objetivo de proteger e resguardar ecossistemas locais de relevante interesse para a conservação da Mata Atlântica. Sua administração está sob a responsabilidade do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), órgão ambiental estadual. O PEI possui uma área de 3.481 hectares e representa uma amostra significativa de ecossistemas intrinsecamente ligados à bacia do rio Itaúnas e à região costeira. Associada aos significativos atributos bióticos, abióticos e antropológicos se destaca a beleza cênica proporcionada pelos diferentes ecossistemas e seus contrastes marcantes, onde se mesclam os alagados, a vegetação de restinga, o rio, as dunas e a praia que conferem uma paisagem atraente e merecedora de contemplação. Todos os anos, cerca de 50.000 pessoas, aproximadamente, vão ao Parque em busca de seus principais atrativos: as dunas que soterraram a antiga vila, os sítios arqueológicos, a praia de Itaúnas, a praia do Riacho Doce, o rio Itaúnas e a cultura local (Fig.2).

Figura 2. Mapa do Circuito do Parque Estadual de Itaúnas.

Circuito 3: Fermentação (Venda Nova do Imigrante)

O Circuito Agroeducativo Fermentação é composto por três propriedades rurais, o Sítio Busatto, o Sítio Brioschi e a Cervejaria Altezza (Fig. 3), que utilizam na fabricação de seus produtos alimentícios como iogurte, queijo, pães, cerveja, vinho, cachaça, entre outros, o processo de fermentação. Segundo Fellows (2006), os alimentos fermentados estão entre os mais antigos alimentos processados e há milênios tem formado uma parte tradicional da dieta na maioria dos países e continuam sendo um dos principais processos utilizados na produção de alimentos utilizando a ação controlada de microrganismos selecionados e combinados com diferentes substratos.

Figura 3 – Espaços do Circuito Fermentação.

Circuito 4: Agroturismo (Venda Nova do Imigrante)

O Circuito Agroeducativo Agroturismo (Fig. 4) contempla três propriedades que desenvolvem o agroturismo dentro de concepções diferentes, a Fazenda Carnielli valoriza e preserva a cultura da família e possui várias agroindústrias, comercializando seus produtos em uma loja na propriedade e distribuindo-os por todo o Brasil, a propriedade da Tia Cila que conserva as características iniciais do agroturismo como era feito no início da atividade na cidade e o Café da Roça-Altoé da Montanha que vende seus produtos em uma charmosa cafeteria colonial.

Figura 4 – Espaços do Circuito Agroturismo.

O município iniciou a prática de atividades agroturísticas no ano de 1987, quando as famílias rurais começaram a vender os produtos fabricados por elas em suas propriedades aos turistas que passavam pela região através da BR 262. O agroturismo consiste em uma modalidade de turismo rural que associa a vivência do cotidiano agrícola ao lazer e à visitação, unindo as atividades relacionadas a agricultura às atividades turísticas. Atualmente o município é conhecido como o "Berço do Agroturismo" e reconhecido pela Abratur (Associação Brasileira de Turismo) em 1993, como "Capital Nacional do Agroturismo".

Circuito 5: Histórico-Cultural (Venda Nova do Imigrante)

O Circuito Agroeducativo Histórico-Cultural, formado pela Família Lorenção, Afepol- associação Festa da Polenta e Associação das Voluntárias Pró-Hospital Padre Máximo (Fig. 5), busca evidenciar a presença da imigração italiana na cultura do município de Venda Nova do Imigrante, apresentando os principais legados da colonização transmitidos de geração em geração por meio de festas, gastronomia e voluntariado. A região onde hoje se localiza o município foi colonizada por imigrantes italianos provenientes da região de Vêneto, Província de Treviso, surgiu com a chegada dos primeiros imigrantes em 1892. Este circuito foi elaborado para destacar as características que marcam as atividades desenvolvidas pela sociedade venda-novense oriundas de suas tradições, como a prática do voluntariado, atividade que permeia as ações da Afepol e da Associação de Voluntárias Pró-HPM, e é contada pela família Lorenção.

Figura 5 – Espaços do Circuito Histórico-cultural.

Validação dos Circuitos Educativos

Dos 115 sujeitos, professores da educação básica, que responderam o questionário de validação, 57 participaram da validação do Circuito Rota da Rodovia do Sol (C1), 13 do Circuito Parque Estadual de Itaúnas (C2), 26 dos Circuitos Fermentação (C3) e Agroturismo (C4) e 18 sujeitos do Circuito Histórico-Cultural (C5). As validações ocorreram de três formas: i. a partir de uma formação de professores com carga horária de 20 horas que incluia visitas aos espaços dos circuitos (C3, C4 e C5), ii. a partir de uma aula de campo com visitação dos sujeitos aos espaços do circuito (C1, C2, C3, C4 e C5) e iii. à distância com o preenchimento de formulário do google Forms (C1 e C2). Durante a validação, os participantes também tiveram contato com a proposta de guia didático (Fig. 6), onde estava organizada a ideia de cada Circuito Educativo. Na validação à distância, o mesmo material foi enviado por e-mail, com uma breve apresentação sobre seu estado. Maior detalhamento do processo de validação pode ser verificado em Vieira (2017), Camargo (2018) e Nunes (2018).

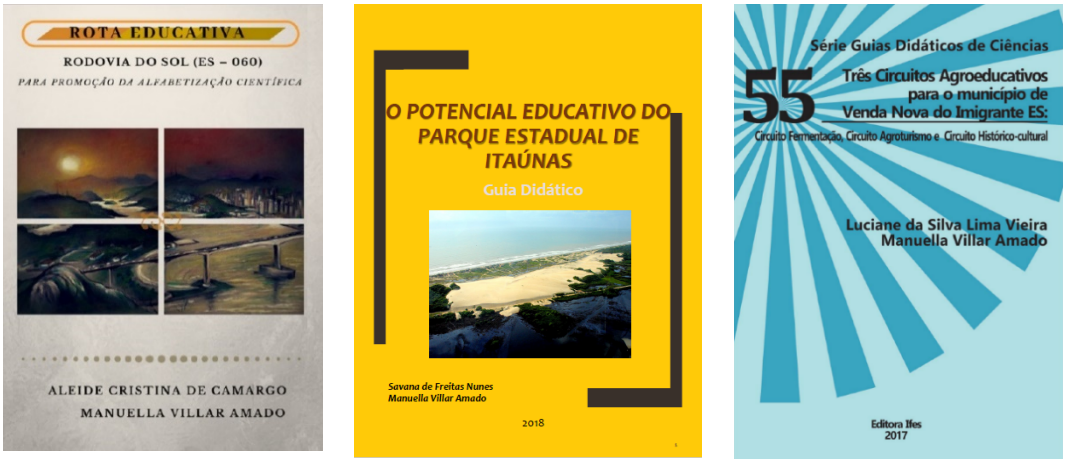


Figura 6. Guias Didáticos dos Circuitos Educativos (Retirado de http://educimat.ifes.edu.br/index.php/produtos-educacionais (C1, C3, C4 e C5) e https://vilavelha.ifes.edu.br/cursos/167-cursos/pos-graduacao/16268-especializacao-educacao.html (C2)).

A análise dos questionários de validação (Tabela 1) mostrou que a maioria dos valores atribuídos a cada critério foram iguais ou superiores a 4 (numa escala de 1 a 5). Dos 9 itens constantes no instrumento, 71% das avaliações dos cinco circuitos tiveram a pontuação máxima (5), sendo que 96% foram avaliados com a pontuação entre 4 e 5 pelos avaliadores. A validação por professores potencialmente usuários do material e da proposta de cada circuito é importante pois possibilita a realização de ajustes, correções e melhorias necessárias em cada uma das propostas educativas.

Quanto ao primeiro grupo de análise *Estrutura e organização* dos circuitos, a primeira categoria avaliada foi a *Proposta educativa e a sua originalidade*, para a qual em C2, C3, C4 e C5 todos os professores atribuíram nota de suficiência 4 ou 5. As categorias *Clareza da proposta* e *Oferta de informações* receberam em todos os circuitos, da maioria dos professores, grau de suficiência 4 ou 5, indicando que o mesmo apresentava explicações suficientes para a sua utilização didática. Vale destacar que C1 apresentou alguns valores de suficiência 3 nesse grupo de análise. A Rota da Rodovia do Sol (C1) é o único circuito proposto que integra espaços da região metropolitana do ES. Considerando que grande parte dos sujeitos da pesquisa moram na região, um olhar mais crítico e atento aos espaços que se conhece é um fato esperado. O circuito Agroturismo (C4) também apresentou valores de suficiência 3. As justificativas para os valores menores estavam relacionadas a maior clareza da localização dos espaços do circuito dentro da cidade e as distâncias entre eles presentes no Guia didático, sugestões que foram consideradas na revisão e correção do material.

Quanto ao segundo grupo de análise, *Conteúdos científicos e contextualização*, para as categorias *Circuito Educativo e conteúdo*, *Conhecimentos factuais, conceituais, procedimentos e atitudinais, Conhecimento coloquial e científico, Propõe interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento, Possibilita a contextualização, Abrangência dos diversos níveis de educação*, a maioria dos professores atribuíram nível de suficiência 4 ou 5, o que evidencia que as temáticas propostas nos circuitos contribuem para o entendimento e contextualização de conceitos e fatos que podem ser direcionados para o processo de ensino e aprendizagem. O item que analisa a possibilidade de realizar propostas educativas que objetivam a *promoção da interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento* foi o que obteve as maiores pontuações com grau de suficiência 5 por parte dos avaliadores. A interdisciplinaridade é potencializada com temáticas contextualizadas, diretamente relacionadas com a vivência dos alunos. O item que analisa a possibilidade de o circuito ser utilizado por diferentes níveis de educação (ensino fundamental I, fundamental II, e ensino médio) obteve atribuição de suficiência 2 e 3 no Circuito de Fermentação. As justificativas dos avaliadores dizem respeito a necessidade de conhecimentos específicos, estudados apenas no ensino médio, para a compreensão dos processos de fermentação, o que pode dificultar o desenvolvimento de atividades, com esse propósito, com alunos do ensino fundamental.

Tabela 1 – Resultado da Validação dos Circuitos Educativos. C1-Circuito Rota da Rodovia do Sol; C2-Circuito Parque Estadual de Itaúnas; C3- Circuito Fermentação; C4- Circuito Agroturismo; C5- Circuito Histórico-cultural; n é o número de sujeitos que participaram da validação de cada circuito.

A – ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO																									
CIRCUITOS	**C1** (n= 57)					**C2** (n=13)					**C3** (n=26)					**C4** (n=26)					**C5** (n= 18)				
Valor de suficiência quanto a coerência	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
A1. Qualidade e originalidade da proposta educativa.	-	-	4	3	50	-	-	-	1	10	-	-	-	4	22	-	-	1	5	20	-	-	-	-	18
A2. Clareza da proposta	-	-	3	8	46	-	-	1	-	12	-	-	-	3	23	-	-	3	8	15	-	-	-	1	17
A3. Oferta de informações	-	-	5	4	48	-	-	-	3	10	-	-	1	3	22	-	-	2	3	21	-	-	1	1	16
B- CONTEÚDOS CIENTÍFICOS E CONTEXTUALIZAÇÃO																									
CIRCUITOS	**C1** (n= 57)					**C2** (n=13)					**C3** (n=26)					**C4** (n=26)					**C5** (n= 18)				
Valor de suficiência quanto a coerência	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
B1. Circuito educativo e conteúdo.	-	-	3	7	47	-	-	-	-	13	-	-	-	4	22	-	-	1	4	21	-	-	-	-	18
B2. Conhecimentos factuais, conceituais, procedimentos e atitudinais.	-	-	4	10	43	-	-	-	1	12	-	-	-	4	22	-	-	2	7	17	-	-	-	-	18
B3. Conhecimento coloquial e científico.	-	1	3	9	44	-	-	-	-	-	-	-	-	1	25	-	-	2	6	18	-	-	-	-	18
B4. Propõe interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento.	-	-	2	8	47	-	-	-	-	13	-	-	-	2	24	-	-	1	1	24	-	-	-	-	18
B5. Possibilita a contextualização.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	2	24		-	1	3	22	-	-	-	1	17
B6. Abrangência dos diversos níveis de educação.	-	-	1	13	43	-	-		3	10	-	1	2	4	19	-	-	1	2	23	-	-	-	-	18

Os resultados corroboram com as concepções de Gohn (2014) quando afirma que os espaços de educação não formal podem realizar atividades contextualizadas e, dessa forma, contribuir para o processo de ensino e aprendizagem em uma abordagem mais crítica. A articulação da educação com a formação dos sujeitos como cidadãos é apontada como uma demanda da sociedade atual (Almeida & Oliveira, 2014) e dessa forma, é necessário envolver as diferentes modalidades de educação nesse processo.

Potencialidades para a promoção da Alfabetização Científica

Cada circuito também foi avaliado quanto ao potencial para promover o processo de alfabetização científica (AC) em seus três eixos estruturantes (Sasseron e Carvalho, 2011): Eixo 1- compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais; Eixo 2- compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e Eixo 3- o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (Tabela 2). A presença dos eixos foi considerada em 3 níveis (x= potencial a ser explorado; xx= potencial emergente; xxx= potencial explícito), de acordo com a avaliação das potencialidades para cada circuito.

Tabela 2 – Avaliação do Potencial dos Circuitos C1, C2, C3, C4 e C5 para a promoção da Alfabetização Científica em seus 3 eixos estruturantes.

	Circuito 1	**Circuito 2**	**Circuito 3**	**Circuito 4**	**Circuito 5**
Eixo 1	xx	x	xxx	x	x
Eixo 2	x	xx	x	xxx	xxx
Eixo 3	xxx	xxx	xx	xx	xx

Avaliando o potencial educativo dos cinco circuitos para a AC é possível verificar que todos os 3 eixos da AC podem ser contemplados nas temáticas socioculturais propostas, porém cada circuito se destaca mais na abordagem de um dos eixos. Identificamos que a diversidade de espaços não formais (ecossistemas, diferentes comunidades, atividades humanas) que compõem os circuitos C1 e C2 possibilitam que o Eixo 3 apareça com mais evidência, permitindo entender melhor as relações entre ciências, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Já C3 se destaca pelo Eixo 1, visto que aborda conceitos científicos relacionados a biotecnologia com bastante profundidade (foco principal no processo de fermentação). Os circuitos C4 e C5 estão muito relacionados com aspectos sociais e políticos envolvidos na história e cultura de Venda Nova do Imigrante (relato oral da fundação do município, diferentes concepções de propriedades e de agroturismo), o que possibilita um enfoque maior no Eixo 2 da AC.

O E*ixo 1* pode ser explorado dentro das disciplinas relacionadas as ciências da natureza (biologia, química, física), mas também, como ficou evidenciado no resultado de validação, de forma interdisciplinar com matemática, geografia, história, filosofia, sociologia entre outras disciplinas. Termos e conceitos científicos fundamentais de Ecologia (C1, C2, C4), Biotecnologia (C1, C3, C4), Tecnologia (C1, C2, C3, C4, C5), Imigração (C1, C2, C4, C5), Ocupação humana (C1, C2, C4, C5), Impactos ambientais (C1, C2, C3, C4, C5), Zoologia (C1, C2), Botânica (C1, C2, C4, C5) e Microbiologia (C1, C3), podem ser trabalhados nas temáticas socioculturais dos circuitos propostos.

No *Eixo 2, a compreensão da natureza das ciências* pode ser explorada ao trazer a história da ciência em conteúdos como a prática da fermentação e da destilação (C1, C3, C4), que possuem origem milenar, a identificação de espécies pela taxonomia (C1, C2, C3), que a princípio era realizada apenas por caracteres morfológicos e foi se aprimorando com o estudo dos caracteres ecológicos e genéticos das espécies na atualidade. Ainda no Eixo 2, é possível explorar *fatores éticos e políticos que circundam* a ciência a partir de debates da história e da cultura (C1, C4, C5) de um povo, dialogando com a influência de políticas públicas e da ética nas pesquisas que são desenvolvidas em diferentes épocas da história, o que provoca na sociedade diferentes escolhas sobre a utilização de técnicas na produção alimentícia e no desenvolvimento de atividades voltadas para a sustentabilidade.

O Eixo 3, pode ser explorado a partir do contexto da ocupação humana em diferentes comunidades (C1, C2), na perspectiva de fabricação de produtos utilizando tecnologias, suas utilizações a nível industrial e caseiro (C1, C3, C4, C5), a dependência vital de alguns grupos de seres vivos a processos ecossistêmicos que muitas vezes são destruídos pela ação humana (C1, C2, C3, C4, C5), a diversidade de produtos consumidos e toda a gama de análises e impactos que o consumo x produção proporcionou ao desenvolvimento tecnológico no ambiente rural e o desenvolvimento industrial na urbanização das cidades (C1, C2, C3, C4, C5).

Desta forma, segundo os 3 eixos analisados da AC, constatamos que os Circuitos possuem potencialidades diversas para o desenvolvimento de atividades educativas que contribuam para o ensino e aprendizagem de conteúdos conceituais da educação formal e que, agregados a esses, podem ser desenvolvidos conteúdos que corroboram aprendizagens que visem o desenvolvimento e a construção de inter-relações entre explicações científicas, tecnológicas e questões éticas e sociais que fazem parte da realidade dos alunos da educação básica. Buscar uma educação que promova a alfabetização científica em seus três eixos estruturantes se faz necessário buscando formar indivíduos capazes de *fazer uma leitura do mundo globalizado,* como diz Chassot (2016). E isso se torna possível a partir do momento em que os professores percebem que a escola propedêutica, rica em conteúdos dissociados da realidade dos alunos e excludente, não consegue mais dar conta das reais necessidades do cidadão do século XXI.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu concluir que os cinco circuitos educativos (C1, C2, C3, C4 e C5) propostos podem contribuir para que professores trabalhem a educação não formal de maneira complementar a educação formal, promovendo reflexões reais, contextualizadas ao cotidiano dos alunos, na direção de promover o processo de alfabetização científica em seus três eixos estruturantes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Cursos de Pós-graduação EDIV e EDUCIMAT do Instituto Federal do Espírito Santo e aos professores que foram sujeitos da pesquisa.

REFERÊNCIAS

Almeida, M. S. B. & Oliveira, S. S. (2014). Educação não formal, informal e formal do conhecimento científico nos diferentes espaços de ensino e aprendizagem. Em M.S.B. Almeida (Ed.) *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE - Produções didático-pedagógicas.* Paraná: Cadernos PDE.

Camargo, A. C. (2018). *Proposta de rota educativa na Rodovia do Sol (ES-060) para promoção alfabetização científica.* (Dissertação de mestrado, Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/suq2e7j

Chassot, A. (2016). *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação* (7 ed.). Ijuí: Unijuí.

Coombs, P. H, Prosser, R. & Ahmed, M. (1973). *New paths to learning for rural children and youth*. New York: International Council for Education Development.

Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. C. A. (2009). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos* (3 ed.) São Paulo: Cortez.

Fellows, P. J. (2006). *Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática.* (2 ed.) Porto Alegre: Artmed.

Gohn, M. G. (1998). Educação não formal: um novo campo de atuação. *Ensaio: Avaliação e Políticas Púbicas em Educação, 6*(21), 511-526.

Gohn, M. G. (2006). Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Púbicas em Educação*, 14(50), 27-38.

Gohn, M. G. (2010). *Educação Não Formal e o Educador Social: atuação no desenvolvimento de projetos sociais* (1 ed.) São Paulo: Cortez.

Gohn, M. G. (2014). *Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos*. *Investigar em Educação, 1*(2014), 35-50.

Guimarães, Y. A. F., & Giordan, M. (2011). Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In E. Mortimer (Coord.), *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (1-13). Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2010). *Fundamentos da metodologia científica* (7a ed). São Paulo: Atlas.

Nunes, S. F. (2018). *Potencial educativo do Parque Estadual de Itaúnas: Produção e validação de Guia didático na perspectiva da integração entre educação formal e não formal* (Trabalho de Conclusão Final, Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil).

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, *16*(1), 59-77.

Smith, M. (1996). *What is non formal education?* Retirado de http://infed.org/mobi/what-is-non-formal-education

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (1972). *Learning to be. The world for education, today and tomorrow.* (1 ed). Paris: UNESCO.

Vieira, L. S. L. (2017). *Proposta de circuitos educativos para o município de Venda Nova do Imigrante: potencialidades do agroturismo para a promoção da alfabetização científica.* (Dissertação de mestrado, Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil). Retirado de https://tinyurl.com/re2dvqd

EXPLORANDO O FUNCIONAMENTO E A BIODIVERSIDADE DOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DULÇAQUÍCOLAS: TRÊS EXEMPLOS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Ana Antão-Geraldes[1], João Carecho[2], Cristina Calheiros[2]

[1]Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança (PORTUGAL)
[2]Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR) da Universidade do Porto (PORTUGAL)
geraldes@ipb.pt

Resumo

Apenas 1% da água doce está disponível para ser utilizada pela humanidade. No entanto, as atividades da nossa espécie são as principais causas de degradação da qualidade deste recurso e dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas que, apesar de serem essenciais para a sobrevivência da humanidade, são considerados como sendo dos ecossistemas mais ameaçados do Planeta. Assim, é crucial a sensibilização dos cidadãos para que sejam adquiridas atitudes que despertem uma cultura que promova o uso sustentável da água, dos rios e dos lagos. Apresentam-se e descrevem-se três atividades experimentais, realizadas com materiais de fácil aquisição e utilizados no dia-a-dia, cujo objetivo é sensibilizar para: (1) a importância da conservação do coberto vegetal terrestre para a manutenção da qualidade da água, sendo possível realçar a importância da manutenção da conectividade lateral entre os sistemas aquáticos e a paisagem terrestre circundante; (2) os efeitos da substituição das espécies autóctones da mata ribeirinha por espécies exóticas, como acácias e eucaliptos, nos processos ecológicos que ocorrem nos cursos de água. Estes efeitos são avaliados, experimentalmente, através da comparação das taxas de decomposição das folhas das espécies de árvores autóctones e exóticas. Esta atividade experimental também dá a conhecer as comunidades de macroinvertebrados bentónicos e a sua importância para a manutenção dos serviços ecossistémicos providenciados pelos ecossistemas aquáticos e (3) sensibilizar para o importante papel das plantas aquáticas na purificação da água de rios e lagos, que será observado através da construção de um pequeno protótipo de uma ilha flutuante como solução baseada na natureza. Estas atividades podem ser desenvolvidas por diferentes grupos etários e níveis de ensino, desde que devidamente adaptadas.

Palavras-chave: Ecossistemas aquáticos dulçaquícolas; Atividades experimentais; Sensibilização ambiental; Serviços ecossistémicos.

INTRODUÇÃO

Apesar da comprovada importância vital dos ecossistemas dulçaquícolas para a humanidade – mesmo aqueles que se encontram fortemente modificados, como é o caso das albufeiras – o funcionamento destes e as espécies que neles habitam ainda são pouco conhecidos pelo grande público. Por outro lado, ao contrário dos ecossistemas marinhos, que são frequentemente abordados pelos meios de comunicação social, os ecossistemas dulçaquícolas quando o são, são-no de forma muito estrita, muitas vezes apenas pelo seu valor utilitário. Assim, se não houver uma maior consciencialização do público, estes ecossistemas continuarão a ser desconhecidos e subvalorizados pelos cidadãos que os encaram como sendo apenas reservatórios de água para a satisfação das necessidades humanas (Monroe *et al*., 2009; Angiel & Angiel, 2015) limitando, em muito, ações que possam conduzir à conservação e reabilitação destes ecossistemas. É, assim, essencial a promoção de atividades de educação ambiental que visem um maior conhecimento destes ecossistemas, nos diferentes níveis de ensino. Neste contexto, são apresentadas três atividades experimentais simples, realizadas com materiais pouco dispendiosos, utilizados no nosso dia-a-dia. Com a primeira experiência, pretende-se demonstrar que a conservação da vegetação terrestre é essencial para a manutenção da integridade ecológica e, consequentemente, da qualidade da água dos cursos de água doce. Na segunda, de que forma é que as espécies exóticas de plantas terrestres podem influenciar e perturbar os processos ecológicos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas adjacentes. Por

fim, a terceira experiência, tem a intenção de demonstrar a capacidade e importância das plantas aquáticas para o tratamento de águas.

METODOLOGIA

Experiência nº 1. Coberto vegetal terrestre e manutenção da qualidade da água (adaptado de Fredericks, 1995)

Com o objetivo de avaliar o que é que acontece quando se simula a ocorrência de precipitação num solo com cobertura vegetal e noutro sem essa cobertura, utiliza-se o seguinte material: 4 tabuleiros (podem ser de plástico, alumínio ou de qualquer outro material), terra e material que simule a cobertura vegetal do solo (musgo, folhas ou podendo mesmo serem semeadas sementes, por exemplo, de relva, num dos tabuleiros) e dois copos graduados ou regadores. Coloca-se terra nos dois tabuleiros (Fig. 1A) e depois num deles coloca-se a cobertura vegetal (Fig.1B). Posteriormente ambos os tabuleiros são colocados em cima de outro tabuleiro que se encontra vazio num plano ligeiramente inclinado. Os tabuleiros de baixo podem simular, por exemplo, um curso de água localizado nas proximidades (Fig. 1C). Finalmente, utilizando os copos graduados ou os regadores, simula-se a ocorrência de precipitação (Fig. 1C, D).

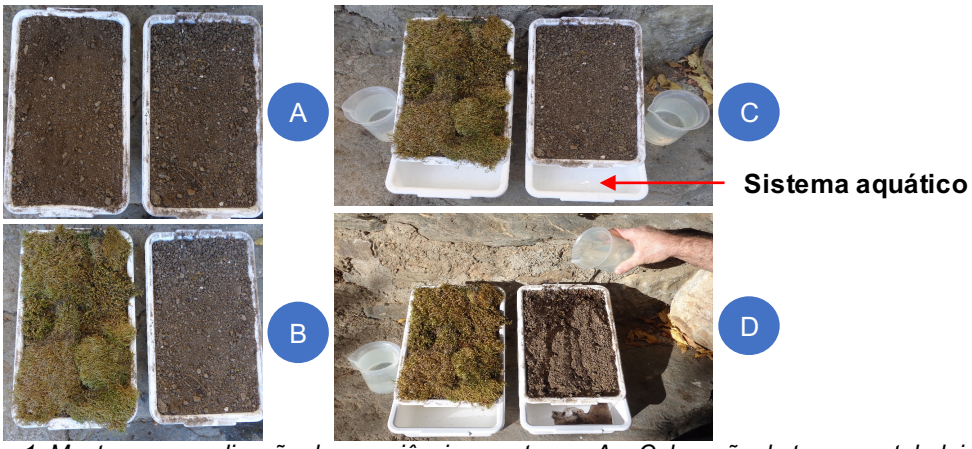


Figura 1. Montagem e realização da experiência por etapas: A – Colocação da terra nos tabuleiros; B – Colocação da cobertura vegetal; C – Disposição dos tabuleiros anteriores em cima de novos tabuleiros (o espaço vazio criado simula um sistema aquático); D – Simulação da ocorrência de precipitação.

Experiência nº 2. Efeitos da substituição das espécies autóctones da mata ribeirinha por espécies exóticas (adaptado de Graça et al., 2002)

Nesta experiência pretende-se avaliar se as taxas de decomposição da folhada por macroinvertebrados que vivem no leito do rio são influenciadas pelas espécies de árvores que constituem a mata ribeirinha. Para a realização desta experiência é necessário o seguinte material: rede plástica, folhas de espécies de árvores autóctones (ex.: amieiro, salgueiro), folhas de espécies exóticas (ex.: eucaliptos, acácias), macroinvertebrados aquáticos e um aquário (facultativo). Numa primeira fase constroem-se as bolsas, que poderão ser de malhagem mais fina ou mais grossa, e deverão ter as dimensões aproximadas de 20 cm x 20 cm (Fig. 2A). Colocam-se numas bolsas folhas de uma das espécies e, em outras bolsas, folhas de outra espécie e, por fim, colocam-se as bolsas no ribeiro ou riacho mais próximo da escola. Caso não exista nenhum curso de água perto, pode utilizar-se um aquário, podendo os macroinvertebrados serem capturados no rio com o auxílio de uma rede de arrasto (Fig. 2B). Estes animais, também podem ser adquiridos, recorrendo à colaboração com investigadores da universidade ou do instituto politécnico mais próximos. Uma chave simples e concisa para a identificação dos macroinvertebrados pode ser encontrada em STROD (sem data). As plantas da mata ribeirinha cujas folhas serão utilizadas na experiência poderão ser identificadas com o auxílio de Flora-On (2014).

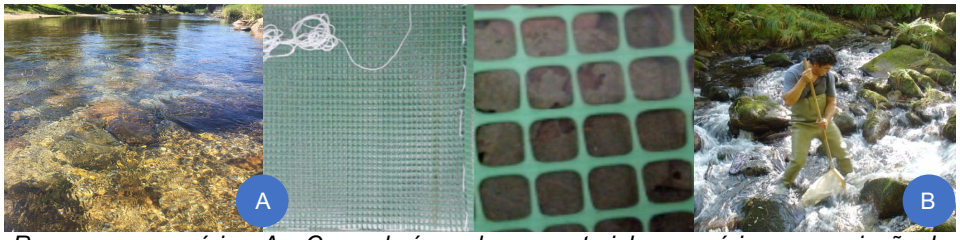


Figura 2. Recursos necessários: A – Curso de água doce e material necessário para a criação das bolsas; B – Recolha de macroinvertebrados aquáticos com recurso a uma rede de arrasto.

Experiência nº 3. O papel das plantas aquáticas através de um protótipo de uma ilha flutuante como solução baseada na natureza (no âmbito do projeto AQUAFLOWS, 2019)

Com o intuito de se propor uma solução, para a depuração da água, é sugerida a apresentação de um aquário com uma ilha flutuante simulando processos naturais que ocorrem nas zonas húmidas . Esta experiência poderá ser a mais exigente, das três apresentadas, pelos recursos envolvidos. Esta é uma experiência a longo prazo no sentido em que, a maior parte dos resultados, é observável com o tempo. Para a implementação deste protótipo é necessário o seguinte material: um aquário (ex.: 60 x 30 x 30 cm, c x l x a); plataforma flutuante (sugestão do uso de placa de poliestireno extrudido – "roofmate"); troncos, rochas e areia naturais; peixes; plantas (ex.: lírio amarelo e juncáceas) e lã de rocha. A elaboração desta atividade deverá ser planeada com antecedência para assegurar que a água do aquário se encontra em condições biológicas e físico-químicas adequadas para a manutenção dos seres vivos (peixes e plantas). Para este primeiro passo de instalação do aquário de água doce, sugere-se a leitura do artigo "Como montar um aquário de água doce", disponível, online, em wikiHow.com (2019). A placa, para criação da ilha flutuante, deverá: ser cortada com auxílio de um x-ato para a adequar às dimensões do aquário e perfurada com recurso a um berbequim e uma broca craniana para criação de buracos (em forma de círculo). Os troncos, rochas e areia podem ser, responsavelmente, adquiridos num rio ou lago (tendo em conta a sua abundância e conservação) ou comercialmente adquiridos numa loja de animais. Também as plantas poderão ser recolhidas em zonas de sapal ou adquiridas comercialmente, tendo em conta as características referidas anteriormente, dando preferência por espécies nativas. As raízes deverão ser lavadas para remover a matéria orgânica envolvente. No caso dos peixes, apenas poderão ser recolhidos do meio natural com a devida licença, por isso, é sugerida a aquisição de espécies numa loja de aquariofilia, devolvendo-os à mesma com o término da experiência ou conservando-os em casa, nunca devendo ser, portanto, libertados no meio natural. Com a instalação do aquário e com a plataforma flutuante criada, sugere-se que a introdução das plantas, na ilha flutuante, seja feita com a participação ativa por parte dos alunos. Nesse sentido, os alunos devem utilizar a lã de rocha para acomodar as raízes das plantas aos buracos criados. Um esquema representativo do protótipo é apresentado na Fig. 3.

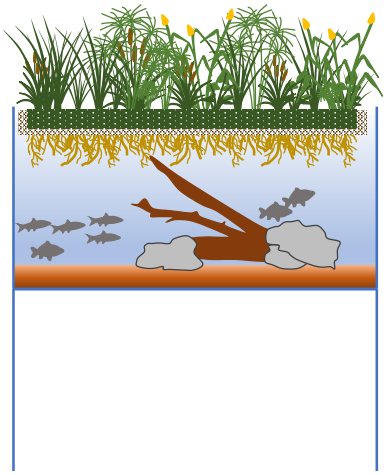


Figura 3. Esquema representativo do protótipo de uma ilha flutuante simulando processos naturais que ocorrem nas zonas húmidas.

RESULTADOS

Experiência nº 1

A taxa de erosão do solo sem vegetação é muito maior do que a que ocorre no tabuleiro cujo solo está protegido por vegetação (Fig. 4A). O solo que é arrastado acaba no curso de água adjacente, provocando a degradação da sua integridade ecológica e, consequentemente, da qualidade da água. Assim, a degradação da vegetação terrestre leva não só à degradação do solo (a base da vida nos ecossistemas terrestres) como também dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas, cujo bom funcionamento está intimamente ligado ao que se passa nos ecossistemas terrestres adjacentes. A vegetação funciona, assim, como uma "esponja gigante" minimizando os impactos das secas e inundações (Fig. 4B). Esta experiência pode ainda levantar outras questões que podem ser debatidas em contexto de sala de aula ou nas atividades extracurriculares levadas a cabo no clube da natureza ou de jornalismo da escola: (1) mau uso do território e eutrofização dos ecossistemas aquáticos; (2) fogos, erosão e degradação da qualidade da água e (3) vegetação terrestre e qualidade da água.

Figura 4. A – "Em que situação é que ocorreram taxas de erosão maiores?"; B - A vegetação funciona como uma "esponja gigante".

Experiência nº 2

Espera-se que as folhas das plantas autóctones sejam decompostas mais rapidamente que as folhas das plantas exóticas. A folhada proveniente da mata ribeirinha é considerada a principal fonte de energia para os seres vivos que habitam os rios de cabeceira e pequenos ribeiros (Vanotte *et al*., 1980; Lamberti & Gregory, 1996). A folhada como fonte de energia é particularmente importante no outono, devido à queda das folhas dos amieiros e de outras árvores da mata ribeirinha para o leito dos cursos de água. Estas vão ser colonizadas por microrganismos (bactérias e fungos) que vão iniciar a sua decomposição e, assim, levar à reciclagem de nutrientes. Por ação da água e dos macroinvertebrados detritívoros trituradores (ex.: larvas de insetos da ordem Trichoptera, entre outros), as folhas vão sendo fragmentadas e a sua colonização por microrganismos vai ficando, ainda mais, facilitada. De salientar que muitos dos macroinvertebrados que se alimentam das folhas servem de alimento a peixes e anfíbios. Em especial, na região centro de Portugal, muitas destas matas ribeirinhas têm sido substituídas por espécies exóticas, nomeadamente eucaliptos e acácias. Esta substituição poderá colocar em causa o bom funcionamento dos cursos de água. Associada a esta experiência simples, poder-se-á dar a conhecer aos alunos o perigo da introdução de espécies de plantas exóticas invasoras. Mais informações sobre as espécies de plantas invasoras poderão ser encontradas em INVASORAS.pt (2012).

Experiência nº 3

Vários fenómenos ocorrem neste pequeno ecossistema criado neste contexto não-formal de sala de aula. Como o principal objetivo é demonstrar a utilidade das plantas aquáticas para tratamento da água, explicações sobre os fenómenos que ocorrem, essencialmente, nas raízes das plantas, podem ser dadas. Nesse sentido, o crescimento radicular para a coluna de água irá criar uma extensa matriz de raízes que atuam como filtros físicos e biológicos, aprisionando partículas em suspensão e captando nutrientes e outros compostos. Aliado a estes fenómenos, vários organismos (como o caso das bactérias) estabelecem-se nestas raízes e, participam, também, nos processos de depuração da água. As plantas são úteis, também, pela consequente oxigenação da água. Paralelamente, os peixes beneficiam (para além da qualidade da água) pela criação de refúgios/esconderijos entre as raízes das plantas. Como referenciado acima, os resultados são visíveis, essencialmente a longo prazo, pois as raízes das plantas levam algum

tempo a desenvolver-se. Por outro lado, as plantas podem florir, tornando o protótipo, ainda mais, apelativo.

CONCLUSÕES

As atividades experimentais podem ser consideradas como um recurso precioso para sensibilização do público em relação às grandes questões ambientais ("uma imagem vale mais que mil palavras"). Muitos dos erros cometidos na gestão dos ecossistemas resultam da iliteracia ambiental dos decisores. Esta deverá começar a ser combatida logo nos primeiros níveis de ensino. As experiências aqui apresentadas, simples, recorrendo a materiais pouco dispendiosos, são um exemplo de como com recursos exíguos é possível aumentar o conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas e promover a discussão sobre os grandes desafios ambientais que hoje enfrentamos. As experiências nº 1 e nº 2, com as devidas adaptações quer técnicas/quer de linguagem, têm sido utilizadas, com sucesso, quer na formação de alunos do ensino superior (ex.: alunos da licenciatura em Educação Ambiental do Instituto Politécnico de Bragança), quer em ações de educação ambiental, dirigidas a alunos do ensino básico e secundário, realizadas em vários âmbitos. A experiência nº 3 foi, pela primeira vez, instalada na Escola Básica Augusto Gil e dirigida a alunos de ensino básico, mas a manutenção da mesma tem vindo a ser assegurada pelos alunos de Ciências do Meio Aquático do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Desta forma, incutindo-se a transferência de conhecimento bidirecional e sensibilizando alunos de dois graus de ensino (básico e superior).

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Green European Foundation pelo financiamento do projeto "AQUAFLOWS" que permitiu a instalação da experiência nº3, bem como às diversas instituições envolvidas, nomeadamente, a Bluemater, S.A. pelo fornecimento da ilha flutuante e à Escola Básica Augusto Gil pela disponibilidade demonstrada em receber o projeto. Este trabalho foi parcialmente financiado por Fundos Nacionais através da FCT - no âmbito do projeto UID/Multi/04423/2019. A participação de AMAG neste congresso foi financiada pelo Projeto Reviving Douro Basin (MAVA Fundation/GEOTA).

REFERÊNCIAS

Angiel, J., & Angiel, P. J. (2015). Perception of River Value in Education for Sustainable Development (The Vistula River, Poland). *Sustainable Development, 23*(3), 188–201.

Flora-On: Flora de Portugal interativa (2014). Sociedade Portuguesa de Botânica. Retirado de www.flora-on.pt/

Fredericks, A. D. (1995). *Experiências simples da Natureza com materiais disponíveis*. Lisboa: Bertrand Editora

Graça, M. A., Pozo, J., Canhoto, C., & Elosegi, A. (2002). Effects of Eucalyptus Plantations on Detritus Decomposers, and Detritivores in Streams. *The Scientific World Journal*, *2*, 1173–1185.

INVASORAS.pt (2012) *Plantas Invasoras em Portugal*. Retirado de http://invasoras.pt/

Lamberti, G. A., & Gregory, S. V. (1996). Transport and retention of CPOM. In F.R. Hauer & G.A. Lamberti (Ed.), *Methods in Stream Ecology* (pp. 217-229). San Diego, CA: Academic Press.

Monroe, J. B., Baxter, C. V., Olden, J. D. & Angermeier P. L. (2009). Understanding the Role of Images and Media in Aquatic Conservation. *Fisheries*, *34*(12), 581-585.

STROD (s/data). *Identification Guide to Freshwater Macroinvertebrates*. Retirado de https://stroudcenter.org/wp-content/uploads/MacroKey_Complete.pdf

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37*(1), 130-137.

WikiHow. (2019). Como Montar um Aquário de Água Doce. Retirado de https://pt.wikihow.com/Montar-um-Aqu%C3%A1rio-de-%C3%81gua-Doce

A IMPORTÂNCIA DE CONHECER O FUNCIONAMENTO E OS SERVIÇOS AMBIENTAIS PRESTADOS PELOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DULÇAQUICOLAS

Ana Antão-Geraldes[1], Cristina Calheiros[2]

[1]Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança (PORTUGAL)
[2]Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR) da Universidade do Porto (PORTUGAL)
geraldes@ipb.pt

Resumo

Os ecossistemas aquáticos dulçaquícolas possuem níveis elevados de biodiversidade e oferecem uma ampla variedade de serviços ecossistémicos à humanidade, destacando-se o fornecimento e purificação da água. No entanto, estes ecossistemas, bem como uma elevada percentagem da biodiversidade que lhes está associada são considerados como sendo dos mais ameaçados a nível mundial. Em consequência da perda acelerada da biodiversidade, os serviços ambientais que rios e lagos prestam estão em processo de rápida degradação, colocando em risco as populações humanas que deles dependem. Apesar da sua comprovada importância para a sobrevivência da civilização, o funcionamento de rios e lagos, bem como a biodiversidade associada, ainda são praticamente desconhecidos do público em geral. Esta falta de consciencialização, resultante, em parte da não abordagem destes temas nos processos de educação formal, dificulta, em muito, a implementação de ações que permitam o desenvolvimento de programas de conservação/reabilitação dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas. Assim, os objetivos do presente artigo são: (1) dar a conhecer o funcionamento geral dos rios e lagos e a biodiversidade que neles ocorre; (2) demonstrar que os serviços ambientais que estes ecossistemas prestam dependem da biodiversidade; (3) enunciar formas que permitam tirar o melhor partido destes serviços ambientais no nosso quotidiano (e.g. piscinas e métodos de tratamento da água "amigos do ambiente"; (4) apresentar ideias de como os cidadãos comuns podem contribuir para a conservação destes ecossistemas e dos serviços ambientais que lhes estão associados.

Palavras-chave: Ecossistemas aquáticos dulçaquícolas; biodiversidade; serviços ecossistémicos; uso da água.

INTRODUÇÃO

"Procuramos água noutros planetas, mas não a preservamos no lugar onde vivemos" – É uma frase que convida à reflexão. Apesar da existência da Diretiva Quadro da Água (Diretiva2000/60/CE de 23 de Outubro, transposta para o direito nacional através da Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro) e de um conjunto de "legislação satélite", advogando que a qualidade da água depende não só do bom estado físico-químico, mas também do bom estado ecológico dos sistemas aquáticos, estes continuam em degradação acelerada. Assim, para que a qualidade da água seja mantida é necessário preservar os serviços que os ecossistemas aquáticos dulçaquícolas proporcionam. No entanto, apesar da crescente consciencialização da opinião pública para a urgência de conservar os ecossistemas e a biodiversidade que lhes está associada, os sistemas aquáticos continuam a ser dos mais ameaçados do planeta e, o consumo cada vez maior de recursos hídricos, sem quaisquer preocupações ambientais, continua a ser uma constante (Dudgeon et al., 2006; WWF, 2014). Assim, é pertinente e necessária a sensibilização do grande público para a importância vital destes ecossistemas. Qualquer ação neste âmbito deverá contribuir para um maior conhecimento da ecologia e funcionamento destes sistemas, pois só desta forma será possível estabelecer medidas que permitam a sua utilização sustentável. Nesta linha, os objetivos do presente artigo são: (1) dar a conhecer como é que os ecossistemas aquáticos dulçaquícolas funcionam e a biodiversidade que neles ocorre; (2) demonstrar que estes ecossistemas fornecem serviços ambientais muito importantes e que a persistência destes serviços depende da manutenção da biodiversidade; (3) mostrar que é possível resolver problemas ambientais utilizando e promovendo alguns destes serviços e (4)

demonstrar a importância da conservação destes ecossistemas e que atitudes e medidas deverão ser tomadas para promove-la.

METODOLOGIA

Este artigo consiste numa revisão bibliográfica e na junção de informação que se encontra dispersa por várias fontes.

RESULTADOS

Ecossistemas aquáticos dulçaquícolas: Como funcionam?

Ecossistemas lóticos

São definidos como ecossistemas lóticos todos os ecossistemas aquáticos com corrente (rios, riachos, ribeiros…). Estes sistemas são parte integrante da paisagem, tendo um papel crucial no transporte de energia, sedimentos e organismos. De acordo com Ward (1989), os ecossistemas lóticos têm quatro dimensões (Fig 1A):

- Longitudinal: Os sistemas lóticos caracterizam-se por possuírem um "Continuum" longitudinal desde a nascente até à foz (Vanotte et al., 1980) (Fig. 1B). As nascentes da maior parte dos cursos de água localizam-se em regiões montanhosas. Em consequência do relevo acentuado, os leitos dos cursos de água são muito declivosos e estão encaixados em vales estreitos e profundos. O substrato é constituído por calhaus de grandes dimensões e por cascalho grosseiro. A velocidade da corrente é muito elevada. Este facto aliado às baixas temperaturas faz com que as águas nesta zona sejam, em geral, muito oxigenadas. Devido às suas características físicas, os troços superiores dos cursos de água não apresentam uma grande diversidade de espécies. A inexistência de substrato fino e a elevada velocidade da corrente impedem a instalação de plantas aquáticas. Só nas margens, já fora de água, é que existem arbustos e árvores. Este tipo de vegetação chama-se mata ripícola ou ribeirinha. A folhada proveniente desta mata é a principal fonte de energia para os seres vivos que aqui habitam. Nesta zona o rio é heterotrófico, ou seja, a respiração predomina sobre a fotossíntese. Relativamente à fauna, há a considerar a ocorrência de algumas espécies de invertebrados. São geralmente estádios larvares de insetos e algumas espécies de crustáceos e de moluscos. Estes, em especial as larvas de insetos, além de terem um papel importante nos processos de decomposição da folhada, são uma fonte importante de alimento para os peixes. Nos troços iniciais dos rios quando existem peixes, os salmonídeos, como a truta, são dominantes. Mais para jusante o relevo torna-se mais suave, o rio alarga-se, a velocidade da corrente diminui e ocorre uma maior percentagem de deposição dos sedimentos que o rio transporta. A diminuição da velocidade da corrente e a existência de sedimentos finos permitem a fixação, junto às margens, de plantas aquáticas. Devido à maior penetração do sol há um aumento dos organismos produtores (fitoplâncton e algas filamentosas) e o rio nesta zona intermédia é autotrófico, ou seja, as taxas de fotossíntese são maiores que as taxas de respiração. Nos rios portugueses e ibéricos nestas zonas intermédias vai existir uma grande diversidade de habitats permitindo a existência de uma fauna piscícola diversificada e única (bogas, escalos, barbos…). Finalmente, perto da foz o rio alarga-se ainda mais, mas as águas apresentam uma grande quantidade de sedimentos em suspensão e o rio volta a ser heterotrófico. Quando é criada uma albufeira, devido à construção de uma barragem, ocorre uma quebra deste gradiente, havendo uma interrupção da dinâmica descrita, o que irá implicar alterações profundas nas comunidades de seres vivos ao longo do rio e dos próprios processos de transporte (Fig. 2):

- Lateral: A dimensão lateral dos rios relaciona-se com a interligação destes com a paisagem circundante. Estes ecossistemas dependem do rio. Por exemplo, as inundações fertilizam estes ecossistemas terrestres e também tudo o que se passa nas zonas circundantes ao rio é passível de influenciar a sua integridade ecológica e, consequentemente, a qualidade da água (ver, por exemplo, o que aconteceu aos rios do Parque Nacional de Yellowstone quando o lobo foi reintroduzido (National Geographic Society, s. d.). Também se sabe que muitos dos insetos, cujos estádios larvares são aquáticos, quando adultos têm uma função muito importante nas cadeias alimentares dos ecossistemas terrestres. Os ecossistemas terrestres circundantes aos rios, nomeadamente as planícies de inundação, têm um papel

muito importante, pois funcionam como “esponjas gigantes”, minimizando os efeitos das secas e inundações e purificando a água.

- Vertical: Ao contrário do que se imagina os rios e os aquíferos subterrâneos interagem entre si, sabendo-se ainda muito pouco sobre as dinâmicas destas interações. Há alturas do ano que são os rios que alimentam os aquíferos e noutras passa-se exatamente o contrário.
- Temporal: Estes ecossistemas variam muito ao longo das estações do ano. São altamente dinâmicos.

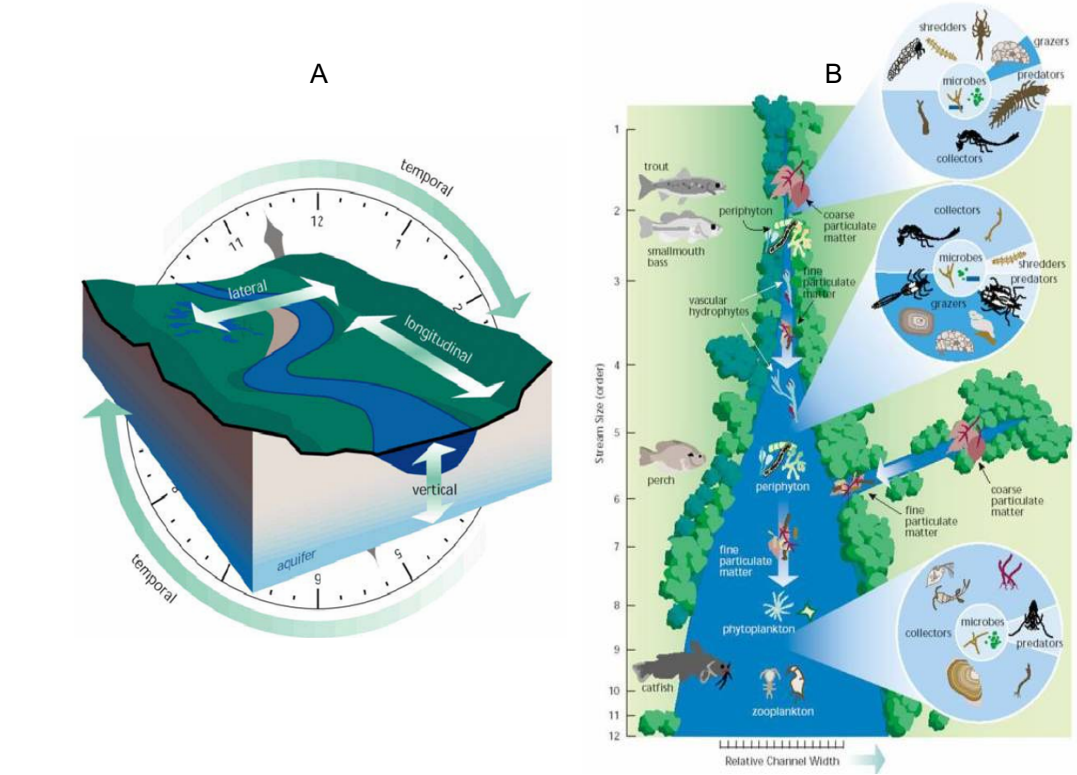


Figura 1. (A) As quatro dimensões dos ecossistemas lóticos (Blue Planet, 2019) e B) Zonação longitudinal de um rio (Vanotte et al, 1980).

Figura 2. Efeitos da construção de uma barragem no rio (Hydropower Reform Coalition, 2018)

Ecossistemas lênticos

Os ecossistemas lênticos são os sistemas aquáticos com águas paradas (lagos, lagoas, albufeiras…) Num lago ou albufeira é possível considerar duas zonas: a litoral e a pelágica ou limnética. A primeira situa-se mais próximo da margem. Aqui ocorrem plantas aquáticas enraizadas. A segunda é a zona que se estende para lá do litoral desde a superfície até ao fundo. Até onde a luz penetra, podem existir plantas aquáticas flutuantes, mas as algas microscópicas são dominantes. Onde a luz já não penetra (zona afótica) as bactérias, os fungos e outros decompositores tornam-se os grupos dominantes (Fig. 3 A). Nos lagos e albufeiras profundos, localizados nas nossas latitudes, durante todas as estações do ano, com exceção do verão, a

temperatura e as concentrações de oxigénio são praticamente uniformes em toda a coluna de água. Isto deve-se ao facto de os ventos e as correntes de convexão geradas pelo arrefecimento da água durante a noite provocarem a mistura de toda a coluna de água. Mas no Verão, em dias sem vento e de muito calor, as águas superficiais aquecem muito rapidamente, tornam-se menos densas e não se misturam com as águas mais profundas. Consequentemente, nestes lagos e albufeiras formam-se três camadas diferentes que não se misturam entre si. Este fenómeno denomina-se estratificação térmica. O epilimnion é a camada mais superficial, com temperaturas mais elevadas. A intermédia denomina-se metalimnion e a mais profunda é o hipolimnion. Esta última apresenta baixas temperaturas e, no caso de lagos ou albufeiras eutrofizadas, reduzidas concentrações de oxigénio. A quase ausência de oxigénio deve-se à ação dos decompositores que consomem este gás e ao facto de a sua renovação não ocorrer devido às diferentes camadas não se misturarem durante este período. Só no final do Verão é que a estratificação desaparece (Fig. 3B). Este fenómeno condiciona assim, a distribuição dos peixes em profundidade (Wetzel, 1993). Em Portugal, os únicos sistemas lênticos naturais são os pequenos lagos de alta montanha. Os restantes são albufeiras resultantes da criação de barragens nos rios.

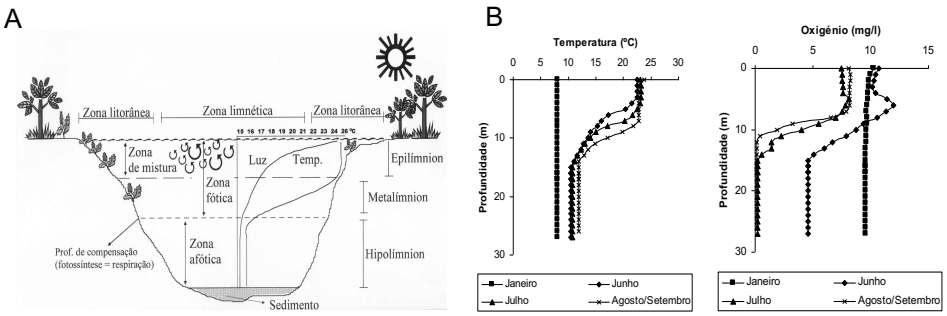


Figura 3. (A) Esquema do funcionamento de um lago (Fernandes et al, 2017); (B) Estratificação térmica e perfis de oxigénio numa albufeira portuguesa (Geraldes e Boavida 2005).

Biodiversidade associada aos sistemas aquáticos dulçaquícolas

Estes ecossistemas apresentam uma grande complexidade e, consequentemente possuem elevada biodiversidade. Todos os reinos estão representados nestes ecossistemas, bactérias, protistas, fungos, plantas e animais. Estes seres vivos têm um papel importante no funcionamento destes ecossistemas, uns promovendo processos de reciclagem de nutrientes, outros a dispersão de sementes e de outros seres vivos, outros a purificação da água. Considerando apenas os vertebrados, é de salientar a grande diversidade piscícola, marcada pela presença de numerosos endemismos ibéricos e portugueses, significando que a Península Ibérica ou Portugal são os únicos locais a nível mundial onde estas espécies ocorrem (Oliveira et al., 2007; ISPA, s. d, SIBIC, 2017). Dos outros grupos de vertebrados associados aos ecossistemas aquáticos destacam-se os anfíbios: das 17 espécies que ocorrem no nosso país, 5 são endemismos ibéricos. Das 30 espécies de répteis terrestres descritas para o nosso país apenas se encontram associadas diretamente aos sistemas aquáticos duas espécies de cobras-de-água, duas espécies de cágados e o lagarto-de-água, sendo este um endemismo ibérico (Loureiro et al., 2008). Relativamente aos mamíferos, é de salientar a lontra e a toupeira-de água (Cabral et al., 2006). Há ainda numerosas espécies de aves que procuram os ambientes ribeirinhos para se alimentarem e reproduzirem.

O que são serviços ecossistémicos?

Os ecossistemas oferecem à humanidade uma vasta gama de benefícios denominados serviços ecossistémicos. De acordo com Millenium Ecosystem Assessment (2005), estes podem ser classificados em (i) serviços de suporte – serviços que induzem a produção de outros serviços (e.g. formação do solo, reciclagem de nutrientes); (ii) serviços de regulação – benefícios obtidos em consequência da ocorrência de mecanismos de regulação dos processos ecossitémicos (e.g. regulação de ciclo da água; purificação da água); (iii) serviços de aprovisionamento – produtos obtidos dos ecossistemas (e.g. alimentos, água, combustíveis) e (iv) serviços culturais - benefícios não materiais (e.g. estímulos espirituais, estéticos, científicos). A continuidade destes

serviços depende da manutenção e conservação da biodiversidade. Na tabela 1 são enumerados os principais serviços ecossistémicos prestados pelos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas.

Tabela 1. Serviços ecossistémicos prestados pelos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas (Adaptado de Brink et al., 2018)

Serviços provisionais	Serviços reguladores	Serviços económicos e culturais	Serviços de suporte
Fornecimento de água e alimento	Papel importante no ciclo da água	Valor recreacional	Biodiversidade: são habitats extramente importantes para muitas espécies, muitas das quais ameaçadas e importantes para o bom funcionamento destes ecossistemas
Fornecimento de transporte (mercadorias, pessoas)	Purificação da água	Oferta de oportunidades de negócio (e.g. rafting, pesca desportiva, observação da natureza)	Equilibrar o balanço de nutrientes nos solos
Fornecimento de água doce para os mais diversos fins	Mitigação de cheias e secas	Valor espiritual, religioso	Transporte de sedimentos e nutrientes, alimentando zonas aluvionares, deltas e estuários
Fertilização de campos agrícolas; fornecimento de água para rega	Remoção de poluentes e de excesso de nutrientes		Fornecem uma vasta gama de habitats, temperaturas e caudais para peixes migradores
	Deposição de sedimentos nas zonas costeiras, protegendo-as dos avanços do mar e das tempestades		Manutenção das zonas de aluvião e as planícies de inundação
			Provisão de habitats: conexão de diversos ecossistemas (aquáticos e terrestres) bem como de serviços prestados diferentes ecossistemas

Utilizar os serviços fornecidos pelos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas em prole da humanidade: Algumas soluções de Engenharia Natural

A purificação da água nos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas é realizada em grande parte pelas plantas aquáticas, também designadas por macrófitas aquáticas. As macrófitas contribuem de várias formas para a purificação e depuração da água (Dhote & Dixit 2009). Ao aumentarem o nível de oxigenação da água impedem o desenvolvimento de microrganismos patogénicos, porque estes de um modo geral preferem ambientes anaeróbios, não conseguindo prosperar em sistemas bem oxigenados. Por outro lado, a água ao estar bem oxigenada permite o aumento do zooplâncton. Muitas das espécies que fazem parte do zooplâncton são predadoras de bactérias e de outros microrganismos indesejáveis. A capacidade de remoção de nutrientes, nomeadamente de fósforo e de azoto, por parte das macrófitas, é extremamente importante para

a purificação e manutenção da qualidade da água, evitando a sua eutrofização e contribuindo para a sua purificação. Outros investigadores também observaram que as macrófitas removiam eficientemente vários tipos de poluentes presentes na água (e.g. Ganjo & Khwakaram, 2010; Kiran et al., 2011).

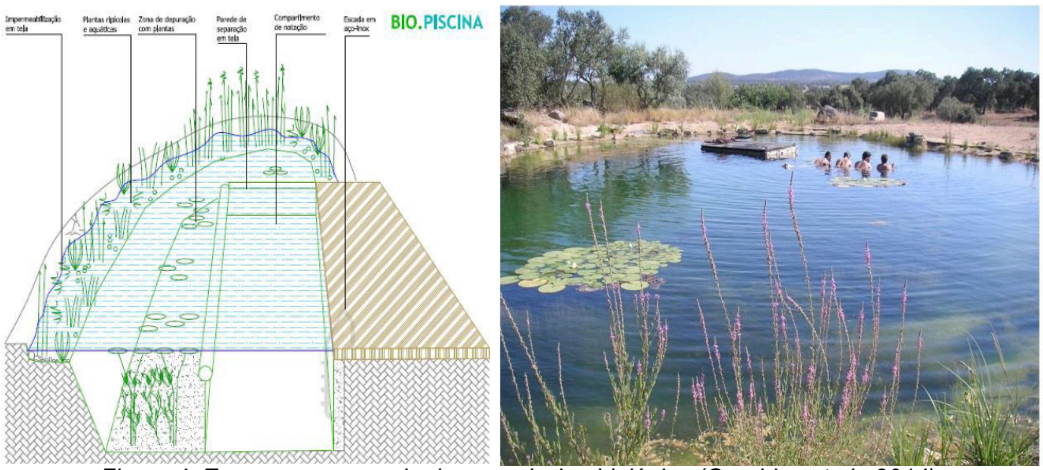


Figura 4. Esquema e exemplo de uma piscina biológica (Geraldes et al., 2014).

De salientar que as macrófitas não atuam isoladas nos processos de purificação da água. Este processo essencialmente às interações que se estabelecem entre estas plantas e alguns microrganismos (bactérias e fungos), nomeadamente ao nível das raízes, onde se criam condições para o estabelecimento destes microorganismos, estes sim, com capacidades significativas para degradar poluentes e reter nutrientes e sedimentos (Calheiros et al., 2019). As macrófitas também controlam o crescimento excessivo das microalgas e de outras algas filamentosas, quer através da competição pela luz, quer através da libertação para o meio envolvente de compostos alelopáticos que funcionam como algicidas ou algistáticos naturais (Hilt & Gross, 2008). Estes conhecimentos serviram de base para o desenvolvimento de soluções ambientalmente sustentáveis que utilizam estes serviços ecossistémicos. Dois exemplos, são as piscinas biológicas e as fito-ETAR. Uma piscina biológica é um pequeno lago construído que imita e recria os processos ecológicos que ocorrem nos sistemas aquáticos naturais. É constituída por uma zona destinada ao banho e por outra destinada à purificação da água por processos mecânicos e por filtros biológicos de macrófitas e microrganismos que estão nas raízes das plantas (Fig. 4). O processo de purificação da água é semelhante ao que ocorre nos sistemas aquáticos naturais, não havendo necessidade de utilizar os produtos químicos que são utilizados nas piscinas convencionais para o mesmo efeito. Estes pequenos lagos para além do seu interesse para fins recreativos são também repositório de biodiversidade (Geraldes et al 2014). Por seu turno, as fito- ETAR são estações de tratamento de águas residuais onde são também utilizadas macrófitas e microrganismos associados para purificar a água (Fig. 5). Estas unidades são essencialmente utilizadas em situações onde não existe rede de saneamento ou a instalação de ETARs convencionais é incomportável devido aos elevados custos monetários, de manutenção e ambientais. As fito-ETARs são apropriadas para pequenas unidades hoteleiras, agrícolas e pequenos aglomerados populacionais (Calheiros et al, 2011).

Figura 5. Exemplo de uma fito-ETAR (Calheiros et al., 2011).

Futuro: A conservação dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas passa pela economia circular da água

A conservação dos ecossistemas aquáticos passa pela implementação de políticas e atitudes individuais que promovam o uso eficiente da água nos setores urbano, agrícola e industrial. Apesar das melhorias existentes neste domínio, ainda ocorrem desperdícios na ordem dos 25% no setor urbano, 37,5% no agrícola e 22,5% no industrial. A agricultura é a atividade que consume mais água, cerca de 81% do total de consumo (PNEUA, 2012). Assim, a questão que se coloca é "Como usar a menor quantidade de água possível sem colocar em causa a qualidade de vida das populações, permitindo a conservação dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas e da biodiversidade que lhes está associada?"

Uma vez que a água é um recurso limitado, a sociedade tem que fazer mais com menos. Assim, todos os parceiros- governantes, profissionais das diferentes áreas, gestores, educadores, cidadãos comuns- têm que cooperar para aplicar ao recurso "água" os princípios da economia circular, tornando-se "water – wise users". Os princípios a aplicar são os da política dos 7Rs: reeducar, repensar, reciclar, recuperar, recusar, reutilizar e reduzir. Considerando as nossas cidades, muito pode ser feito (IWA, 2016): restaurar rios urbanos, tornar as cidades resilientes às cheias e às secas, promovendo, por exemplo, a utilização das coberturas verdes (Fig. 6), alterar comportamentos individuais. Alguns dos comportamentos que nos podem tornar a todos "water –wise users" estão elencados em Geraldes &Teixeira (2010). Relativamente às atividades agrícolas, a implementação de técnicas de rega inovadoras e de atividades I & D que proporcionem o desenvolvimento de cultivares altamente produtivas e resistentes à seca, poderão contribuir para uma redução significativa da quantidade de água gasta neste setor.

Figura 6. Exemplo de uma cobertura verde (ANCV, 2019).

CONCLUSÕES

A água é um recurso limitado e num cenário de alterações climáticas todos teremos que fazer mais com menos. Os passos que teremos de seguir, quer sejamos governantes, gestores ou cidadãos comuns, é, em primeiro lugar, combater a iliteracia científica e ambiental que ainda está bem presente nas nossas sociedades. Muitos dos erros cometidos na gestão dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas e excessos praticados no consumo de água resultam da iliteracia ambiental dos decisores. No que diz respeito aos aspetos focados no presente artigo, ainda há muito a fazer, pois estes ecossistemas ainda são praticamente desconhecidos e subvalorizados pelo público em geral. É importante que estas matérias sejam, de alguma forma, abordadas nos diferentes graus de ensino, e também no ensino não formal, de forma a possibilitar a existência de ferramentas que permitam compreender que o uso sustentável da água, nos diferentes setores, é essencial para a conservação de ecossistemas que são cruciais para a sobrevivência da humanidade.

AGRADECIMENTOS

A participação de AMAG neste congresso foi financiada pelo Projeto Reviving Douro Basin (MAVA Fundation/GEOTA).

REFERÊNCIAS

ANCV (2019). *Associação Nacional de Coberturas Verdes*. Retirado de https://www.greenroofs.pt/

Blue Planet (2019). *Climate Challenge: Factors that affect the river*. Retirado de http://www.blueplanet.nsw.edu.au/cc--factors-that-affect-the-river/.aspx

Brink, K., Gough, P., Royte, J., Schollema, P. P., & Wanningen, H. (2018). *From Sea to Source 2.0. Protection and restoration of fish migration in rivers worldwide.* World Fish Migration Foundation. Retirado de http://kalastajateselts.ee/fail/files_from_sea_to_source_2_0.pdf

Cabral, M. J. (Ed.) Almeida, J., Almeida, P. R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M. E., Palmeirim, J. M., Queiroz, A. L., Rogado, L., & Santos-Reis M. (2006). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal.* Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza/Assírio & Alvim.

Calheiros, C. S. C., Pereira, S. I. A., Franco, A. R., & Castro, P. M. L. (2019). Diverse arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) communities colonize plants inhabiting a constructed wetland for wastewater treatment. *Water*, *11*, 1535. doi:10.3390/w11081535

Calheiros, C. S. C., Santos Silva, R. A. O. C., & Lima, P. M. (2011). Tratamento de águas residuais por meio de Fito-ETAR. Projecto implementado no Paço de Calheiros. *AGROTEC- Revista Científica Agrícola, 1*, 74-75.

Dhote, S., & Dixit, S. (2009). Water quality improvement through macrophytes—a review. *Environmental Monitoring and Assessment, 152*, 149–153.

Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z., Knowler, D. J., Lévêque, C., & Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews, 81*, 163–182.

Fernandes, L. F., Wosial, A. C., Domingues, L., Pacheco, C. V., & Lagos, P. E. (2017). *Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos*. Retirado de http://aneste.org/introduco-10-caractersticas-gerais.html

Ganjo, D. G. A., & Khwakaram, A. I. (2010). Phytoremediation of Wastewater Using Some of Aquatic Macrophytes as Biological Purifiers for Irrigation Purposes Removal Efficiency and Heavy Metals Fe, Mn, Zn and Cu. *Engineering and Technology, 42*, 552-575.

Geraldes, A. M. & Boavida, M. J. (2005). Seasonal water level fluctuations: Implications for reservoir limnology and management. *Lakes & Reservoirs: Research & Management, 10*, 59-69.

Geraldes, A.M. & Teixeira, A. (2010). Linhas de água e galerias ripícolas. In J. C. Azevedo & A. Gonçalves, (Ed.), *Manual de Boas Práticas em Espaços Verdes* (pp. 143-145). Bragança: Câmara Municipal de Bragança.

Geraldes, A. M. Schwarzer, C. & Schwarzer, U. (2014). Piscinas Biológicas e Serviços Ecossistémicos: Que Relação? *Captar Ciência e Ambiente para todos, 5*, 27-36.

Hilt, S. & Gross, E. M. (2008). Can allelophathically ative submerged macrophytes stabilize clear – water states in shallow lakes? *Basic and Applied Ecology, 9,* 422 - 432.

Hydropower Reform Coalition (2018). *Dam effects*. Retirado de https://www.dameffects.org/

ISPA (s. d.) *Projeto Peixes de água doce nativos*. Retirado de http://peixesnativos.pt/index.html

IWA (2016). *Water utility pathways in a circular economy*. International Water Association. Retirado de https://tinyurl.com/uo5hew4

Kiran, A., Kumar, P., Chiranjeevi, G., Mohanakrishna, S. & Venkata Mohan. B. (2011). Natural attenuation of endocrine-disrupting estrogens in an ecologically engineered treatment system (EETS) designed with floating, submerged and emergent macrophytes. *Ecological Engineering, 37*,1555– 1562.

Loureiro, A., Ferrand de Almeida, N., Carretero, M. A. & Paulo, O. S. (2008.) *Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal.* Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade. Retirado de http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/atlas-anfi-rept

National Geographic Society (s.d.) *Grey wolves reintroduced into Yellowstone* (filme). Retirado de https://www.nationalgeographic.org/media/wolves-yellowstone/

Millenium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis.* Washington, DC: Island Press.

Oliveira, J. M. (Ed..), Santos, J. M., Teixeira, A., Ferreira, M. T., Pinheiro, P. J., Geraldes, A. M., & Bochechas, J. (2007). *Projecto AQUARIPORT: Programa nacional de monitorização de recursos piscícolas e de avaliação da qualidade ecológica de rios.* Lisboa: Direção Geral de Recursos Florestais.

PNEUA (2012). *Programa Nacional para o uso eficiente da água. Implementação 2012-2020.* APA. Retirado de https://tinyurl.com/w8pae9s

SIBIC (2017). *Carta Piscícola Española*. Publicación electrónica (versión 02/2017). Retirado de http://www.cartapiscicola.es/#/home

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J.R. & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37*, 130-137.

Ward, J.N. (1989). The four-dimensional nature of lotic ecosystem. *Journal of the North American Benthological Society, 8*, 2-8.

Wetzel, R.G. (1993). *Limnologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

McLellan, R. (Ed.) (2014). *Living planet report 2014*. Gland: World Wide Fund for Nature.

DIVULGAR CIÊNCIA ENVOLVENDO O PÚBLICO: PROMOÇÃO DA CULTURA CIENTÍFICA DOS CIDADÃOS NUM PERCURSO GEOLÓGICO PELA SERRA DO GERÊS

Dulce Lima

Instituto da Ciências da Terra, Polo da Universidade do Porto, Unidade de Ensino das Ciências/DGAOT da Universidade do Porto, Portugal
dulce.lima@fc.up.pt

Resumo

O presente estudo visa, por um lado, aferir o impacto das ações de carácter ambiental e científico na sociedade atual, como recurso didático a explorar no desenvolvimento de uma cultura científica, bem como, verificar a motivação do cidadão na procura de um turismo de qualidade, promovendo uma maior consciencialização e responsabilização na proteção do seu património natural/histórico. Foi delineado e realizado um percurso pedestre na Serra do Gerês, localizada no Parque Nacional da Peneda-Gerês (PNPGO local eleito para o estudo evidencia uma enorme potencialidade de aspetos multidisciplinares, nomeadamente, geologia, história, fauna e flora, sendo inegável a grande atração turística que lhe está associada, com um público diversificado, em idade, género e interesses culturais. Reunindo as condições essenciais para este trabalho (ambientais, científicas e didáticas), desenvolveu-se um projeto de promoção da cultura científica no PNPG, focado principalmente em aspetos geológicos e ambientais, com vista a atrair um público-alvo com interesse em atividades ligadas com a natureza. Foram usados na presente investigação vídeos e modelos animados para explicar os episódios de glaciação que ocorreram na Serra do Gerês, durante o Pleistocénico. O percurso realizado foi explorado na expectativa de promover o aumento e a consciencialização dos aspetos científicos junto da comunidade. No sentido de facilitar e potenciar a melhor compreensão deste evento controverso, alvo de interesse para o público em geral, foram construídos e utilizados vídeos e modelos digitais animados, que serviram para explicar os episódios de glaciação que ocorreram na Serra do Gerês, nomeadamente na área estudada (região do Borrageiro - Lagoa do Marinho). Foi realizado um estudo de avaliação apoiado na técnica da observação participante e no inquérito por questionários aplicados aos participantes. A metodologia de caráter misto, apoiada em técnicas quantitativas e qualitativas, permitiu recolher dados que suportam as conclusões do estudo. Deste modo, os resultados dos instrumentos aplicados evidenciaram que a utilização de recursos multimédia para a explicação de fenómenos geológicos controversos captou a atenção do público em geral, mesmo aqueles que revelaram conhecimentos rudimentares em geologia. Concluiu-se que a atividade desenvolvida, potenciou a curiosidade e o interesse do cidadão comum na compreensão dos aspetos científicos do percurso selecionado, contribuindo assim para a divulgação e estímulo ao desenvolvimento de uma cultura científica. Por outro lado, o percurso pedestre refletiu ainda, a relevância das saídas de campo na alusão aos subsistemas terrestres, constituindo-se esta atividade como uma prática a fomentar no ensino e na divulgação das geociências, a partir de uma abordagem holística ao Sistema Terra.

Palavras-chave: divulgação científica; envolvimento público; sistema Terra; Serra do Gerês.

INTRODUÇÃO

Múltiplos são os desafios que a humanidade atual enfrenta, pela necessidade de suprir as necessidades básicas das populações carenciadas em risco, mas também para promover o desenvolvimento científico e tecnológico que assegure o reforço e a melhoria da qualidade de vida das sociedades. Reflexo desta procura desenfreada por mais e melhores condições de vida, o nosso planeta está em desequilíbrio e a Humanidade pode deixar de ter futuro. E este é, sem dúvida, um dos grandes duelos do século XXI, saber coexistir de forma pacifica com o ambiente que nos rodeia, garantindo a nossa sobrevivência, mas também a das gerações vindouras. Por em prática os objetivos da Educação para o Desenvolvimento Sustentável claramente definidos na Agenda 2030 das Nações Unidas, é um compromisso de vários países e de cada um de nós, em particular. Mas a capacidade de o fazer implica, desde logo, o desenvolvimento de uma alfabetização ambiental e o entendimento de que todos somos seres inevitavelmente

participativos nos sistemas da Terra, e que o nosso comportamento está constantemente a afetar e a ser afetado por tudo o que é natural e humano, num relacionamento dinâmico (Sterling, 2010, in Orion 2019). A ciência do século XXI tende a adotar uma perspetiva interdisciplinar e uma abordagem sistêmica para lidar com um amplo espectro de domínios científicos (Orion, 2019). É inegável que a sociedade em que vivemos se encontra muito mais desperta e consciencializada para os problemas ambientais do que no passado, preocupando-se com as graves situações de desequilíbrio do sistema Terra. Surge, por isso, o desenvolvimento de uma consciência ecológica ao nível mundial, pela consequente necessidade de inverter os processos de desregulação e mitigar os efeitos negativos da ação antrópica nos diferentes subsistemas terrestres, potenciando assim, a continuidade e coexistência do Homem. Não sendo nova esta preocupação, urge desenvolver o ensino e a consciencialização pública de que a Terra se comporta como um sistema sistémico, cabendo à humanidade providenciar a sua sustentabilidade, garantindo, e só assim, a preservação e sobrevivência da espécie humana (Sterling, 2010). Neste contexto, é fundamental e urgente a promoção de uma Cultura Científica nos cidadãos, que os capacite para a tomada consciente de decisões, de forma a obterem a sensação de realização pessoal e bem-estar. Desenvolver uma cultura científica é uma tarefa de toda a vida, sendo certo que, independentemente do grau de cultura científica que cada um possua, é sempre possível alcançar mais altos níveis, acreditando que alguns indivíduos irão desenvolver mais do que outros, em todos os domínios e dimensões, dependendo da sua motivação, interesses e experiências. O campo de estudo das Ciências dos Sistemas Terrestres (onde se inclui as Ciências Naturais) promove a visão holística do sistema Terra, nomeadamente, reforçando as interligações entre os seus subsistemas (biosfera, atmosfera, hidrosfera e geosfera) (Orion, 2007). Neste sentido, o valor educativo das Geociências tem merecido a atenção de vários autores, sendo consensual que este domínio do conhecimento é inestimável e incontornável para o desenvolvimento da curiosidade sobre o mundo e a construção de raciocínios coerentes sobre os fenómenos naturais. Neste contexto é necessário e urgente fomentar uma cultura científica alargada na área da Geologia, para que os cidadãos compreendam o modo de funcionamento e a dinâmica deste pequeno e frágil planeta, assumindo uma atitude ambiental consciente e responsável em prol do bem-estar da comunidade. Assuntos do domínio da Geologia, nomeadamente a gestão dos recursos hídricos, recursos minerais, recursos energéticos e recursos pedológicos, a sismicidade, o vulcanismo, o armazenamento de resíduos, o ordenamento do território ou a preservação do património geológico e dos geomonumentos, não podem ser matérias e questões da exclusividade dos cientistas. A ciência não pode ignorar o seu contexto social, e as preocupações e saberes de quem investiga devem ser partilhadas com o cidadão comum. Segundo Praia (2004), quando falamos de educação e de cidadania devemos estar naturalmente conscientes de que procurar a possibilidade de criar esta cultura democrática a partir do sistema educativo, no âmbito da escola, não é o único caminho: há que implicar todos os outros sectores sociais, fundamentalmente as famílias e muito também os meios de comunicação de massas. O afastamento que se verifica entre a ciência e o cidadão quando este termina a sua escolarização tem de ser, cada vez mais, colmatado por outras vias, de modo a que os indivíduos se sintam integrados no mundo em que vivem. No contexto da Educação em Ciência, o que é verdadeiramente importante para a sua compreensão é a aprendizagem que cada indivíduo for conseguindo construir ao longo da sua vida (Martins,1999). Para isso contribuirão todas as situações de ensino formal, não-formal e informal com que se vier a confrontar, apesar das suas ocorrências não serem equivalentes ao longo da vida do indivíduo. O seu objetivo mais elevado é preparar os cidadãos para levarem uma vida responsável que os realize pessoalmente. A formação de cidadãos responsáveis e socialmente conscientes é, pois, uma das pretensões da educação em geral, que não pode confinar-se ao ensino laboratorial ou ficar circunscrito à sala de aula, mas alargar-se ao meio social (Ramsey, 1993 in Salvador, 2002). A vantagem inegável quanto à aprendizagem realizada em contexto não formal é que esta se desenvolve de acordo com a vontade dos indivíduos. Existe, também, a necessidade urgente de promover nos cidadãos valores relativos ao Ambiente, que têm de emergir dos conhecimentos científicos necessários à compreensão do sistema Terra. Segundo Salvador (2002), para além dos fenómenos naturais, o equilíbrio da Natureza depende diretamente da intervenção do Homem, só podendo ser restabelecido se todos os cidadãos (engenheiros, empresários, economistas, industriais, políticos, entre muitos outros) tomarem consciência de que a Terra é composta por sistemas dinâmicos que se interrelacionam, e que o desequilíbrio de um implica o desequilíbrio de outros. Das atividades que visam promover a cultura científica dos cidadãos, e que fazem parte das designadas atividades *outdoor*, destacam-se as visitas a museus, as saídas de campo, as visitas a Centros de Ciência Viva ou a realização de percursos pedestres

interpretativos, entre outras ações. Estas, quando desenvolvidas em ambiente natural, como é o caso de uma área natural protegida, constituem um instrumento valioso na promoção da cultura científica, com recurso a ações relacionadas com investigação de problemas ambientais, nomeadamente, a poluição, a desflorestação ou os incêndios.

O trabalho de investigação realizado pretendeu contribuir para a aquisição de competências e conhecimentos na área das Geociências, numa perspetiva de Cultura Científica na sociedade atual, no âmbito do designado Ensino não formal - para o público em geral, através do desenvolvimento de uma Atividade *Outdoor*, aproximando o cidadão da investigação científica. Pretendeu igualmente verificar a motivação do cidadão na procura de um turismo de qualidade, e ainda, estimular a reflexão sobre a importância do contacto com a natureza, encorajando o seu pensamento crítico e a reflexão sobre atitudes e comportamentos adequados à proteção do ambiente, especificamente, através da realização de um Percurso Pedestre Interpretativo numa área natural, a Serra do Gerês, localizada numa zona de proteção natural, o Parque Nacional da Peneda-Gerês (PNPG).

HIPÓTESES E OBJETIVOS DO ESTUDO

A justificação do tema de investigação reside no pressuposto que as atividades *outdoor*, concretamente, os percursos pedestres interpretativos, permitem, não só, desenvolver uma cultura científica, mas também, induzir a uma reflexão sobre a importância do contacto com a natureza, bem como, a sua proteção, constituindo assim um recurso didático a explorar, sendo potencialmente espaços não formais de aprendizagem. Este tipo de aprendizagem evidencia caraterísticas muito particulares, na medida em que é espontânea e individual, sem qualquer imposição ao visitante. Devido às caraterísticas gerais destes espaços, a aprendizagem é de carácter lúdico, apelativo, potenciador de atitudes cívicas e de confronto imediato com a realidade. Salientam-se, ainda, duas ideias principais que conduziram ao trabalho de investigação, por um lado, os indivíduos são recetivos quando em ambiente de lazer a uma aprendizagem relacionada com conhecimentos da área em que se encontram, por outro, as estratégias a desenvolver neste trabalho contribuem para despertar/reforçar para atividades inovadoras no âmbito da divulgação científica e num quadro de ensino não formal/informal. A Serra do Gerês foi a área escolhida para o desenvolvimento de uma estratégia e atividade pedagógicas a implementar no trabalho de investigação, partindo do pressuposto que a mesma integra percursos interpretativos de interesse didático, pela enorme potencialidade de aspetos multidisciplinares que evidencia, nomeadamente, geologia, zoologia, botânica e história, entre outras, e ainda, pela grande atração turística que lhe está associada, com um público diversificado, em idade, género e interesses culturais. Para verificar e avaliar o impacto da atividade *outdoor* definida, estabeleceram-se os seguintes objetivos:

(i) planificar a atividade outdoor segundo o modelo organizativo de Orion (1993);

(ii) realizar um estudo de avaliação da atividade promovida;

(iii) avaliar o impacto da atividade na promoção da cultura científica dos cidadãos.

De referir a seleção intencional do grupo de indivíduos, no sentido de serem indivíduos representativos da população, potenciais visitantes do parque, sabendo à priori que os mesmos possuíam caraterísticas que os tornaram indicadores importantes para o estudo em causa. O número de indivíduos da amostra é reduzido pela limitação imposta pelas caraterísticas e localização do percurso pedestre definido, situando-se numa região despovoada que faz parte da Área de Ambiente Natural de Proteção Parcial, definida no Plano de Ordenamento de 1991. A proposta que regeu o trabalho de investigação sobre o Percurso Pedestre Interpretativo Minas do Borrageiro - Lagoa do Marinho, na Serra do Gerês, teve como objetivo proporcionar ao público em geral, com um mínimo de inquietude e curiosidade, a possibilidade de conhecer este local através de questões que surgem quando se faz uma observação detalhada do mesmo, em especial, em algumas das suas paragens.

Segundo o esquema representativo da Fig.1 de Salvador e Vasconcelos (2003), pretende-se que a atividade outdoor seja uma atividade holística, ao abarcar objetivos científicos, tecnológicos, sociais e afetivos, sem deixar de dar um destaque preponderante à divulgação científica e, se possível, aos problemas ambientais. Estas, devem ser organizadas e desenvolvidas por um monitor com preparação científica e académica para o efeito, podendo ser dirigidas, não só para

alunos no âmbito do ensino formal, mas também para qualquer outro tipo de participantes, no âmbito do ensino não formal/informal.

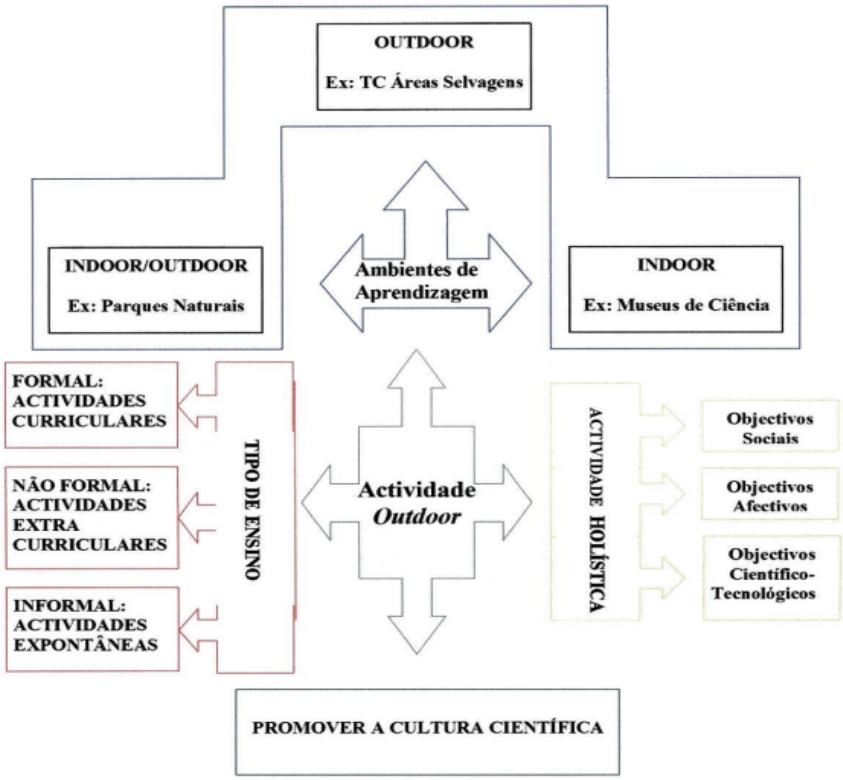


Figura 1. Esquema representativo do conceito de atividade outdoor (adaptado de Salvador e Vasconcelos, 2003, p. 54).

De salientar que o modelo organizativo de Nir Orion (Fig. 2) sugerido para a estruturação e implementação de uma viagem de campo, apresenta um desenvolvimento tridimensional do ciclo de aprendizagens em que a hierarquização de conceitos se faz num movimento em espiral, do concreto para o abstrato e onde as atividades desenvolvidas estão interligadas. A viagem de campo proposta no referido modelo, pressupõe uma unidade de preparação (antes da viagem, a pré-viagem) e uma unidade de síntese (depois da viagem, a pós-viagem). Embora cada uma delas constitua uma unidade de aprendizagem independente, são consideradas como ponte para a unidade seguinte e/ou com a unidade anterior.

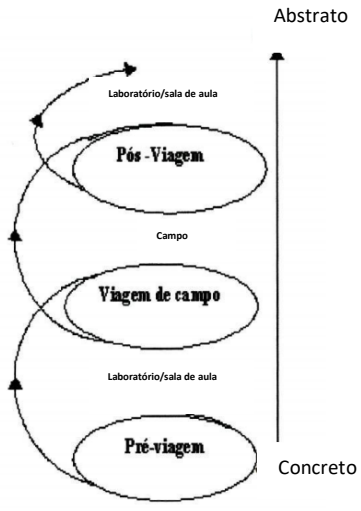


Figura 2. Modelo da estrutura da Unidade Viagem de Campo, segundo o modelo organizativo de Nir Orion (adaptado de Orion, 1993, p. 329).

Nir Orion (1993) chama a atenção com o modelo para o que designa de ***novelty space***, referindo que os alunos revelam maiores dificuldades na compreensão das observações/interpretações durante a viagem, quando o local das atividades é totalmente desconhecido. A nível do cognitivo, o aluno deve ser familiarizado com as ideias e conceitos que irão ser explorados. A nível do psicológico, o discente deve ser motivado através de uma pré-figuração do percurso da viagem, procedimento este que permite a abordagem de aspetos emocionais, de tensão e de insegurança e a nível geográfico a exploração de mapas, de diapositivos e filmes permite a contextualização e o conhecimento do percurso. Sendo certo que a beleza dos locais poderá influenciar a concentração do indivíduo, comprometendo assim a sua aprendizagem, é essencial a diminuição progressiva do designado *novelty space*. As atividades *outdoor*, nomeadamente quando desenvolvidas em ambiente natural, com recurso a tarefas relacionadas com investigação de problemas ambientais, são ainda um instrumento valioso na promoção da indispensável Educação Ambiental.

ASPETOS GEOLÓGICOS DA SERRA DO GERÊS E DO PERCURSO PEDESTRE INTERPRETATIVO

A área de estudo do Percurso Pedestre Interpretativo Minas do Borrageiro - Lagoa do Marinho fica situada na Serra do Gerês, dentro dos limites do PNPG. Esta serra localiza-se na região Norte de Portugal, abrangendo os concelhos de Terras de Bouro e de Montalegre, e dessa forma, respetivamente, as províncias do Minho e Trás-os-Montes. Depois de percorridos cerca de 12 quilómetros em estrada de terra batida, chega-se ao local de estudo (Fig. 3), designado na toponímia da folha 31 da Carta Militar de Portugal à escala 1:25.000 dos Serviços Cartográficos do Exército como Lagoa do Marinho. A área de estudo fica situada no baldio da freguesia de Cabril, concelho de Montalegre, distrito de Vila Real, e província de Trás-os-Montes. Em 1997, o PNPG foi incluído na Lista Nacional de Sítios (1ª fase) para a Rede Europeia de Áreas Protegidas ("Natura 2000"), sob a designação "Serras da Peneda e Gerês" (Sítio PTCON0001), dada a presença de espécies e biótopos definidos como relevantes e/ou prioritários a nível Comunitário (Honrado, 2003). O PNPG está situado na Zona Galiza Média Trás-os-Montes e integra o Maciço Hespérico ou Maciço Ibérico que constitui uma das unidades estruturais da Península Ibérica e um segmento da Cordilheira Varisca da Europa.

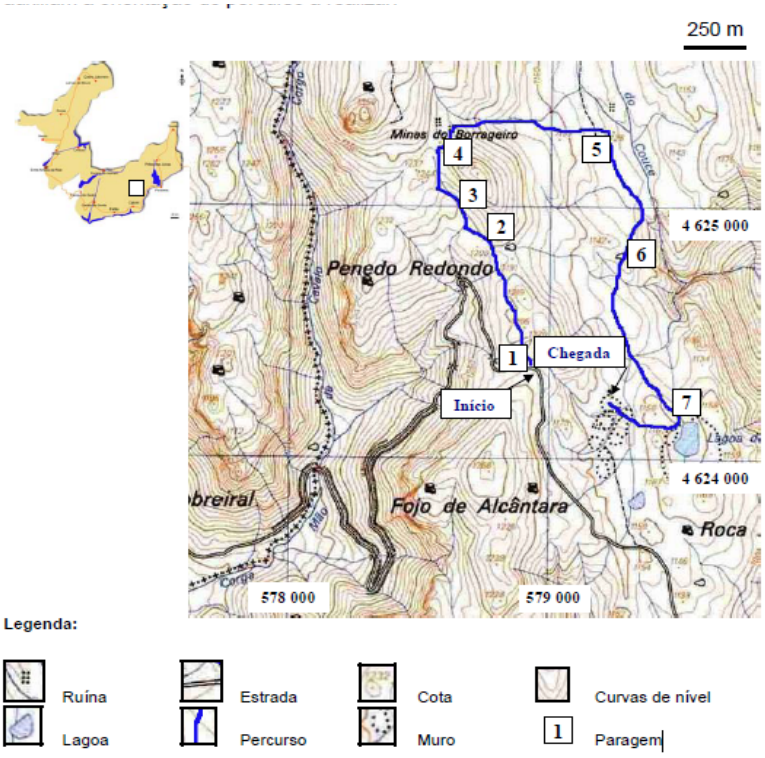


Figura 3. Localização geográfica do Percurso Pedestre Interpretativo Minas do Borrageiro - Lagoa do Marinho (extrato da Carta Militar de Portugal, escala 1: 25 000, coordenadas em UTM).

Do ponto de vista geológico, os locais por onde se estende o percurso e área envolvente, estão integrados num ambiente geológico magmático dominado por dois tipos de granitos: o Granito do Gerês e o Granito do Borrageiro, cada um deles com caraterísticas distintas (Fig. 4). Ambos os granitos formaram-se há quase 300 milhões de anos, no entanto contrariamente a muitos outros granitos, tiveram uma instalação e consolidação em fases posteriores à deformação crustal (hercínica), que resultou da abertura das primeiras fases do Oceano Atlântico. Uma vez a rocha exposta na superfície terrestre, vários agentes externos atuam no solo de alteração e posteriormente outros, como a gravidade, rios, ondas, glaciares, gelo, vento, atacam a rocha para a produção de novas formas, consideradas como formas exógenas primárias com características tanto subterrâneas (húmidas) como subaéreas. Apenas o discernimento de todos os tipos de formas permite a compreensão completa da história geomorfológica da área onde as rochas graníticas ocorrem (Vidal Romani & Yepes Temiho, 2004).

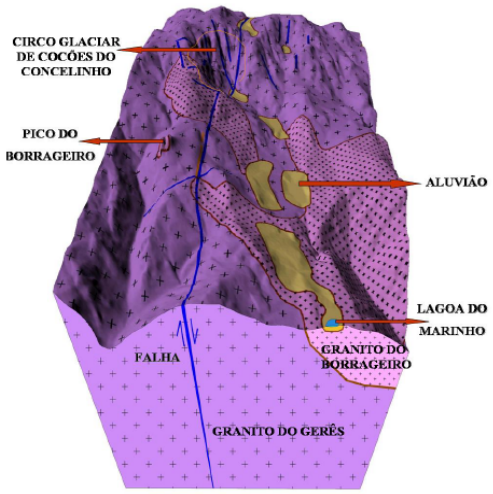


Figura 4. Modelo adaptado de Noronha (1984) conjugado com cartografia geológica da Concessão Mineira das Minas do Borrageiro de 1980, obtida na Circunscrição Mineira do Norte (Viso, Porto).

Durante o Pleistocénico (há cerca de 1,8 Ma a 10000 anos), ocorreram importantes variações climáticas à escala do globo que se caraterizam pela alternância de períodos glaciários (muito frios) e interglaciários, com glaciações a atingirem, inclusive as latitudes médias. Embora sejam poucas as formas claramente glaciárias, nas Serras da Peneda e do Gerês foram identificados vestígios dessas glaciações (Fig. 5), dos quais merecem especial destaque os do Alto Vale do Vez e os da zona de Cocões de Concelinho - Lagoa do Marinho (vales com perfil em U; moreias; circos glaciários; superfícies de granito polidas, estriadas e com sulcos; depósitos glaciários). Depósitos fluviais, torrenciais e glaciários constituem as formações geológicas mais recentes na área do Parque e encontram-se presentes em diversos pontos, sendo de destacar os de origem glaciar na Ribeira do Couce, Lagoa do Marinho e no Alto Vale do rio Vez (adaptado de URL1). Segundo Vidal Romani et al. (1990) a serra granítica do Gerês foi submetida a uma atividade intensiva de desnudação, principalmente motivada por processos glaciares e periglaciares durante a última fase do Pleistocénico.

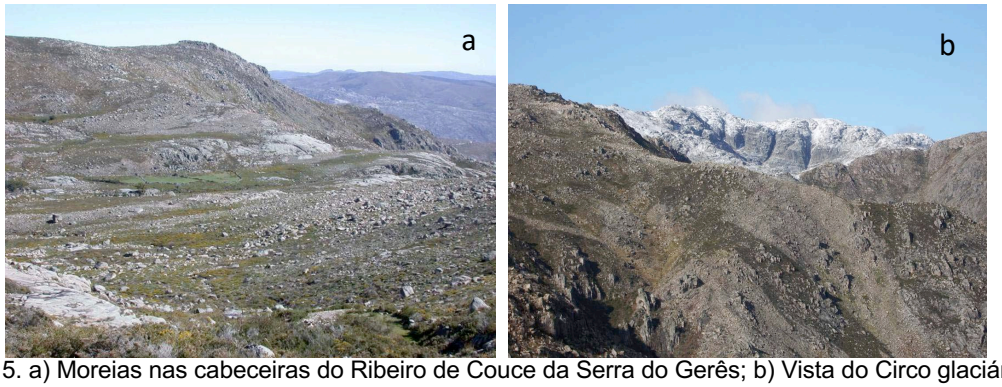


Figura 5. a) Moreias nas cabeceiras do Ribeiro de Couce da Serra do Gerês; b) Vista do Circo glaciário do Concelinho com cota de neve nos 1000m.

METODOLOGIA

De forma a potenciar e reforçar o entendimento de uma dinâmica integrada do sistema Terra, foi promovida uma metodologia orientada para a compreensão do cidadão comum, num trabalho de investigação-ação. Partindo-se de atividade *outdoor* em contexto natural e de ensino não formal, foi realizado um estudo de avaliação, cuja análise não pretende efetuar generalizações, mas sim proporcionar ao leitor chegar às suas próprias conclusões, dando ênfase ao contexto onde decorreu a investigação, de forma a poder aferir quanto à transferência dos resultados do estudo para as outras situações. A investigação focou-se na compreensão das circunstâncias particulares que influenciam os participantes a analisar. O estudo efetuado recorreu, ainda, a duas técnicas de investigação: a observação e o inquérito por questionário. A técnica de observação apela diretamente ao sentido de análise do investigador, acompanhando in loco as experiências vividas, sem se dirigir, no entanto, aos sujeitos interessados. Por outro lado, foi usada especificamente a observação naturalista, técnica de investigação de cariz qualitativo, que possibilita o uso de instrumentos de registo sem influenciar o grupo alvo, que permite controlar as variáveis a observar. em que o investigador teve como fonte direta de recolha de dados situações consideradas "naturais", interagindo com os sujeitos de uma forma natural e, sobretudo, discreta. Neste sentido, foi convidado um participante externo ao grupo que constituía a população-alvo do estudo, especialista na área, que recorreu à técnica da observação para recolher dados passíveis de serem interpretados e de avaliarem ambas as sessões que integraram o trabalho - a palestra (1ª sessão) e o percurso pedestre (2ª sessão). Sendo um método de observação indireta, a realização dos questionários permitiu ao investigador dirigir-se ao sujeito para obter a informação procurada.

Foram elaborados dois questionários escritos o Questionário A e o Questionário B, ambos de preenchimento obrigatório. O questionário A foi distribuído aos participantes no início da atividade (pré-atividade), pretendendo-se com ele caraterizar os indivíduos selecionados, aferir a motivação e interesse dos envolvidos na participação em atividades de ambiente outdoor, diagnosticar competências e conhecimentos na área das Geociências, Biologia e Ambiente, bem como, recolher a sua opinião acerca dos aspetos relacionados com a Educação Ambiental. O Questionário B foi admnistrado no final da atividade *outdoor* (pós-atividade), com o intuito de verificar qual o impacto de toda a ação implementada junto dos participantes. A atividade *outdoor* desenvolvida foi planeada de acordo com o modelo organizativo de Nir Orion, adaptado para o efeito tendo em conta o público-alvo a que se dirigiu.

De acordo com as finalidades do projeto, uma vez definido o local para a investigação e desenvolvimento da atividade *outdoor,* o percurso pedestre interpretativo na Serra do Gerês, foi formalizado o respetivo pedido de autorização para o trabalho em causa, dirigido à instituição responsável pela gestão e conservação desta área - o PNPG. Desta forma, é na zona das Minas do Borrageiro - Lagoa do Marinho, que o estudo decorre tendo em conta as condições ideais ao desenvolvimento do projeto, científicas, didáticas e ambientais. O PNPG foi informado previamente da data de realização do Percurso Pedestre Interpretativo denominado "Minas do Borrageiro - Lagoa do Marinho", do número de participantes envolvidos e do número de transportes a utilizar, em virtude do acesso ao local estar condicionado. Pelas caraterísticas da área de estudo e pela presença de viaturas necessárias ao transporte dos participantes até ao local do percurso pedestre, o número de participantes esteve condicionado a um número limite de inscrições (entre 10 e 15 elementos). A atividade outdoor planeada decorreu durante o fim-de-semana (para salvaguardar a disponibilidade dos interessados), sendo dividida por dois sábados consecutivos e implicando a obrigatoriedade de presença de todos os participantes em ambas as sessões. Após a divulgação da atividade, verificou-se um total de 12 indivíduos inscritos, comparecendo todos eles na primeira sessão de esclarecimento. Posteriormente, na segunda sessão (o percurso pedestre) compareceram no local de encontro marcado apenas 10 elementos. A divulgação da atividade foi feita através de convite enviado via e-mail a algumas pessoas que se sabia nutrirem o gosto por caminhadas e pelo contacto com a natureza. Através destas, foram transmitidos os convites a outras pessoas que, de igual forma, se mostraram interessadas em participar.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

Partindo do pressuposto que o grupo de participantes apresenta caraterísticas semelhantes aos potenciais visitantes, não pode, no entanto, ser considerado um grupo representativo dessa

população. Foram distribuídos convites a pessoas que sabíamos terem gosto por caminhadas e, à partida, interesse pelo contacto com áreas protegidas de ambiente natural. O número de participantes envolvido (n=10) esteve condicionado pelas características da atividade definida (Percurso Pedestre Interpretativo) e da própria área em estudo de acesso parcialmente condicionado. Os questionários (A e B) foram analisados após converter em dados as informações ali fornecidas pelos indivíduos inquiridos, não pretendendo fazer uma generalização de resultados antes, induzir a uma reflexão sobre a importância dos espaços naturais na aquisição de uma cultura científica dos cidadãos.

A maior parte dos dados obtidos através dos questionários foram analisados estatisticamente - estatística descritiva. A partir desta análise, podemos afirmar que os indivíduos selecionados não eram totalmente alheios à Geologia, sendo que metade deles conhecia um número significativo de conceitos nesta área. No entanto, apesar de terem afirmado conhecê-los, não parece clara a sua conceptualização, pois durante o percurso alguns deles pareciam novidade. Esta situação pode justificar-se por terem associado a estes conceitos um outro significado, isto é, conceções erróneas. Daí, ter-se verificado, no final da atividade que o conhecimento sobre estes termos "aumentou" e "aumentou muito. Os cidadãos mostram-se sensíveis para as questões ambientais e para o papel de cada indivíduo na prevenção e/ou resolução dos problemas em causa, evidente em algumas atitudes de cidadania no quotidiano das populações, seja pela separação, reciclagem ou reutilização dos resíduos produzidos, ou pela prática crescente de uma agricultura biológica em equilíbrio com o meio ambiente. Tendo em conta que a análise percentual prévia de respostas dadas em relação às questões ambientais revelou um significativo conhecimento nesta área, não foi considerado relevante falar nestes conceitos, antes proporcionar ao longo do percurso pedestre interpretativo uma reflexão sobre situações que põe em causa a preservação dos ecossistemas e das espécies existentes na área protegida abrangida no estudo. Esta poderá ser a razão pela qual os participantes que assinalaram "desconheço" alguns termos na 1ª sessão, tenham mantido a sua posição. Relativamente aos conhecimentos da Biologia, embora não sendo tão evidente, apresentam também uma percentagem maior de conhecimento em relação aos conceitos da Geologia. Sendo certo que os aspetos faunísticos e florísticos despertam desde logo grande interesse e curiosidade por parte dos cidadãos, não apenas pela beleza que transmitem, mas também pela observação direta que possibilitam, contrariamente à maioria dos fenómenos geológicos. Assim sendo, são conceitos mais acessíveis de captar e compreender, o que poderá justificar os valores obtidos. Entre os presentes verificou-se um ótimo espírito de grupo, não só pela simpatia, entusiasmo e envolvimento dos participantes ao longo do percurso, o que facilitou o trabalho dos investigadores na dinamização da atividade e na interação conjunta com todos. A pronta disponibilidade do técnico do parque que nos acompanhou no esclarecimento das questões que iam surgindo, foi outro dos aspetos que contribuiu para o bom ambiente de trabalho. Pelos comentários gerais obtidos no final da atividade, todos referem ter gostado de participar na mesma e aprendido algo de novo sobre a Serra do Gerês, mencionando com muita satisfação a possível participação em atividades do género. Alguns salientaram que o facto de fazerem caminhadas não ser novidade para eles, mas motivo de interesse e satisfação, a forma como foram explicadas as caraterísticas da paisagem e os fenómenos que nela ocorreram é, sem dúvida, uma mais valia e razão para tornarem a participar em atividades em ambiente outdoor. Lamentaram não haver mais ações do género e solicitaram que fossem alargadas a outras zonas do país, com divulgação dos aspetos geológicos doutros locais.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou o impacte positivo da de atividades em ambiente *outdoor* na promoção da Cultura Científica. Nomeadamente, a investigação, embora aplicada a uma amostra de conveniência, revelou que os percursos pedestres interpretativos permitem abordar os subsistemas terrestres, no âmbito do ensino não formal ou informal. A atividade promovida teve um impacto positivo, reforçando a importância deste tipo de percursos na divulgação da Geologia e na Educação Ambiental.

Nas atividades outdoor, deve ser pensada a implementação de estratégias que promovam não só o ensino, mas também a discussão alargada dos temas científicos. Só assim será possível aumentar a cultura científica dos cidadãos, passando o conhecimento de caráter científico a fazer parte da cultura geral dos portugueses, para que se verifique a intervenção consciente e ativa em debates públicos e a participação na prevenção e/ou resolução dos problemas ambientais

emergentes. A realização de percursos pedestres interpretativos específicos, no âmbito do turismo de natureza, de caráter científico, concretamente na área da geologia, ao longo da Serra do Gerês parece-nos uma forma viável de intervenção, com resultados positivos na promoção e compreensão deste tipo de conhecimento, oferecendo, a quem a deseja visitar, a possibilidade de observar os fenómenos geológicos que continuamente vão moldando a paisagem. A colocação de painéis explicativos, com textos e fotografias ilustrativas dos fenómenos a observar nos locais onde eles ocorreram ou ocorrem, é outra das medidas de divulgação a implementar. Desta forma, o visitante pode deslocar-se autonomamente, ao seu ritmo, ao longo do percurso devidamente sinalizado, movendo-se pelos caminhos da Geologia com um certo rigor científico, possibilitando a interpretação e compreensão da paisagem que o rodeia. Salientamos o recurso às tecnologias de informação e comunicação (TIC) na produção de materiais multimédia para a implementação e desenvolvimento do trabalho de investigação junto dos participantes. Este tipo de atividades, e estratégias associadas, revelou-se importante na motivação e envolvimento nas atividades propostas, sendo ainda um veículo facilitador da compreensão dos fenómenos geológicos pelos participantes.

REFERÊNCIAS

Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho. (2005). *Aspetos Geológicos e Geomorfológicos do PNPG.* Retirado de http://www.dct.uminho.pt/pnpg/enq_geol.html

Honrado, J. J. P. (2003). *Flora e Vegetação do Parque Nacional da Peneda-Gerês.* (Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal).

Martins, I. P. (1999). *Literacia Científica: dos mitos às propostas*. Conferência Plenária convidada no VII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Faro: Universidade do Algarve.

Noronha, F. (1984). Mineralizações espacial e geneticamente associadas ao maciço granítico da Serra do Gerês. Um exemplo de zonalidade. *Cuadernos Xeolóxicos de Laxe, 7*, 87-99.

Orion, N. (1993). A Model for the Development and Implementation of Field Trip as an Integral Part of Sciences Curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6) 325-331.

Orion, N. (2007). A Holistic Approach for Science Education For All. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3*(2), 99-106. doi:10.12973/ejmste/75382

Orion, N. (2019). The future challenge of Earth science education research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 1*, 3. doi:10.1186/s43031-019-0003-z

Praia J. F. (2004). *Cultura Científica e Cidadania.* (Relatório das provas de agregação, Universidade de Aveiro, Portugal).

Salvador, P. (2002). *Avaliação do impacte das Actividades Outdoor*. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Universidade do Porto).

Salvador, P. & Vasconcelos, C. (2003). Actividades outdoor: Avaliação do seu impacto junto de alunos de um Clube de Ciências. Associação Portuguesa de Geólogos. *Geonovas* nº17, 53 a 59

SCE(s/d). Carta Militar de Portugal, escala 1: 25 000, Folha 31, Serviços Cartográficos do Exército.

Sterling, S. (2010). Living in the Earth: Towards an Education for Our Tim. *Journal of Education for Sustainable Development*, *4*(2), 213-218.

Vidal Romaní, J. R., Vilaplana, J. M., Ferreira, A. B. Zézere, J., Rodrigues, M. L. & Monge, C. (1990). *Estúdio de los till subglaciares de la Serra de Gerês-Xurés e la glaciación pleistocena* (Minho, Portugal – Ourense, Galicia). *Cauternario y Geomorfologia, 4*, 13-25.

Vidal Romaní, R. J. & Yepes Temiño, J. (2004). Historia de la morfogénesis granítica. *Caderno Lab. Xeolóxico de LaxeCoruña, 29*, 331-3.

CICLO DE CONFERENCIAS DE INVESCERCA: ACERCANDO LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA A LA SOCIEDAD. UNA EXPERIENCIA DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

María Gemma Albendín[1], José Antonio López-López[2], Juan José Vicente-Martorell[3], Lourdes Aragón[3]

[1]Departamento de Anatomía Patológica, Biología Celular, Histología, Historia de la Ciencia, Medicina Legal y Forense y Toxicología. Área de Toxicología. Universidad de Cádiz (ESPAÑA)
[2]Departamento de Química Analítica. Universidad de Cádiz (ESPAÑA)
[3]Departamento de Didáctica. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz (ESPAÑA)
gemma.albendin@uca.es

Resumen

Este trabajo muestra una experiencia de alfabetización científica en adultos realizada en la ciudad de Cádiz (España). Entendiendo la alfabetización científica como "la capacidad que ayuda a la ciudadanía a ejercer sus derechos e integrarse mejor en un mundo cada vez más influido por la ciencia y la tecnología" (Pedrinacci et al., 2012, p. 24). Esta propuesta se enmarca dentro de un proyecto financiado por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) denominado INVESCERCA, y realizado durante dos años consecutivos, 2015 y 2016, siendo este último año financiado por la Universidad de Cádiz (España). Se considera como una excelente oportunidad para contribuir a la alfabetización científica ciudadana desde contextos no formales y acercar a la ciudadanía hacia temas marinos y ambientales. La experiencia consistió en la organización de un ciclo de conferencias en la que investigadores de algunos Organismos Públicos, como el CSIC, y de la propia Universidad de Cádiz, mostraron sus trabajos a un grupo heterogéneo de participantes. La mayor parte de estas conferencias y talleres se organizaron en el LABIMAR, un laboratorio de la Universidad de Cádiz, situado en el Castillo de San Sebastián, en el centro de la ciudad. Además, se organizaron varias visitas: al Real Observatorio de la Armada (San Fernando), al Instituto Hidrográfico de la Marina (Cádiz) y una salida de campo por diferentes playas de la costa gaditana a cargo del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cádiz. Durante el primer año, los resultados fueron satisfactorios y se contó con una participación promedia de 30 asistentes, sin embargo, en el segundo año, la participación descendió. En esta comunicación se analiza la propia organización y desarrollo de las charlas para poder reflexionar y proponer mejoras de actuación que permitan obtener mejores resultados en próximas ediciones, con el objeto de contribuir a la divulgación científica a la ciudadanía, considerada no sólo como una actividad en la que se explican y difunde conocimientos científicos, sino también la cultura y el pensamiento científico y técnico (Sánchez y Roque, 2011).

Palabras clave: alfabetización científica; contexto no formal, divulgación científica, organismos públicos.

INTRODUCCIÓN

Una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias es contribuir a la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía (Acevedo, 2004). Bajo la acepción de este término convergen numerosas perspectivas y dimensiones, sin embargo, de acuerdo a Marco-Stiefel (2004), un aspecto en el que existe consenso es considerarla como parte esencial de la educación para la ciudadanía, ya que se trata de una herramienta imprescindible para desenvolverse en la actual sociedad, denominada del conocimiento, en la cual las relaciones entre ciencia y tecnología son cada vez más fuertes. Hodson (2003) señala tres dimensiones a considerar en la alfabetización científica: el aprender ciencias, referente al conocimiento conceptual; aprender acerca de la ciencia, esto es tomar conciencia de las aplicaciones de la ciencia a la sociedad; y hacer ciencia, útil para resolver problemas que nos ocurran en nuestro día a día. Este proceso de incorporación progresiva de conocimientos científicos a la ciudadanía, que además nos acompaña durante toda la vida, se realiza a través de diversos canales y contextos. Por un lado, desde la ciencia escolar, que no deja de ser una transposición de determinados conocimientos científicos a la

escuela (Cajas, 2001), y por otro, a través de contextos no formales, como son los medios de comunicación, los museos, las revistas científicas, etc.

La divulgación científica puede entenderse de muchas maneras, como indica Blanco (2004), se puede considerar desde la visión más simplista, como popularización de un saber técnico, o especializado, que no es entendible por otros ciudadanos. Desde una perspectiva lingüística, se considera como una tarea que implica traducir e interpretar distintos registros de un mismo idioma, propio de cada disciplina que se pone al alcance de un público no especializado.

En la tarea de divulgar conocimientos científicos, de acuerdo a Aguirre Pérez y Vázquez Molini (2004) se consideran diversas funciones: la función informativa, principalmente trasladando a la ciudadanía las novedades existentes en cada campo de conocimiento, además de incidir en las implicaciones sociales, culturales, políticas y económicas que poseen dichos conocimientos científicos. La función educativa, es decir, la acción de divulgar debe tener siempre un componente pedagógico importante, que además debe ajustarse a las características de los destinatarios. La función social, de manera que permita acercar ciencia y sociedad, y suponga una oportunidad para romper con algunas ideas prefijadas y mitificadas que posee el ciudadano del científico. Y finalmente, una función cultural, y es que, la divulgación científica debe servir para reconocer la ciencia como parte de nuestra cultura, que se debe preservar al igual que otras manifestaciones artísticas.

Entre los distintos canales de difusión se encuentran los periodistas y los científicos. Estos últimos, según Seguí, Poza y Mulet (2015) poseen un papel relevante, dado que son los generadores de la ciencia que se divulga. Sin embargo, estos autores en su trabajo, exponen que los últimos informes realizados por la FECYT en 2014, sitúan a internet como el principal canal para la difusión científica que emplean los ciudadanos europeos, lo que supone un cambio significativo frente a otros canales empleados en el año 2000, como los medios de comunicación masiva o los propios científicos.

Los ciclos de conferencias son experiencias divulgativas organizadas por muchas entidades que colaboran conjuntamente. Se pueden encontrar numerosas experiencias como por ejemplo las realizadas por la Delegación del CSIC en las Islas Baleares en 2013 bajo el nombre de “Debates científicos” o el Ciclo de conferencias del proyecto de divulgación científica "Ciencia a la carta" organizado por la Biblioteca de Castilla la Mancha, celebradas recientemente.

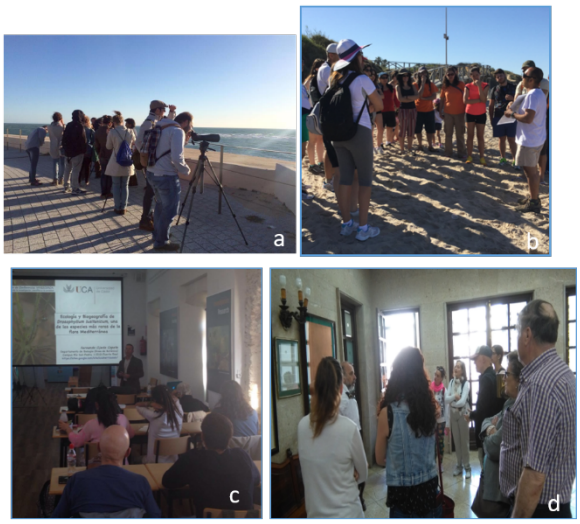
En el presente trabajo se describe una experiencia dentro de las acciones de divulgación científica realizada por diversos Organismos Públicos, contribuyendo así a la alfabetización científica desde contextos no formales, a través de un ciclo de conferencias relacionados con estudios ambientales y marinos.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA REALIZADA

La actividad realizada consistió en la organización de un ciclo de conferencias, en las que los científicos expusieron de manera clara y sencilla, la investigación que estaban realizando en sus diferentes áreas de conocimiento. En los últimos años, nuestro país ha pasado por una profunda crisis económica por lo que era importante mostrar al público la labor investigadora que se realiza en los Organismos Públicos. Por lo tanto, estas conferencias pretendían acercar la investigación que se está desarrollando en estos Centros al resto de la Sociedad. Además de contribuir a la formación del pensamiento científico de la sociedad en relación a la Ciencia y a la Tecnología, y a la alfabetización científica desde contextos no formales.

El ciclo de conferencias propuesto se compuso de distintas sesiones en las que los ponentes explicaron sus investigaciones, para finalizar con un debate-coloquio con el público asistente. Por otro lado, también se realizaron talleres para que los participantes pudieran experimentar en primera persona el papel de científicos. La mayor parte de estas actividades se realizaron en el LABIMAR, un laboratorio de la Universidad de Cádiz situado en el Castillo de San Sebastián, un lugar apropiado para realizar esta actividad de divulgación ya que está situado en la ciudad de Cádiz (Figura 1). Este laboratorio cuenta con el equipamiento necesario para la realización de los talleres y las charlas. Los ponentes fueron Investigadores de la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), del Real Observatorio de la Armada en San Fernando y del Instituto Hidrográfico de la Marina en Cádiz.

Durante estas actividades, los participantes tuvieron la ocasión de debatir con los investigadores, y conocer temas cercanos a ellos como la fauna y la flora de la provincia de Cádiz, la contaminación marina y el tratamiento de aguas residuales, así como de actividades de interés



económico para nuestra ciudad como la acuicultura, y otros lejanos como la Antártida o el espacio. Además, la programación se complementó con visitas al Real Observatorio de la Armada de San Fernando y el Instituto Hidrográfico de la Marina de Cádiz, y se llevó a cabo una salida al campo para mostrar la metodología de conservación de ambientes costeros (Figura 1).

Figura 1. Diferentes actividades realizadas durante el ciclo de conferencias. a) Avistamiento de aves marinas; b) Salida de campo; c) conferencia-debate y d) visitan al Instituto Hidrográfico de la Marina.

La actividad se estructuró del siguiente modo: se realizaron de una a dos sesiones semanales durante dos meses (10-13 sesiones). La duración de cada presentación fue de 45 minutos seguida de un coloquio de una hora. Las temáticas elegidas intentaron abarcar el mayor número de áreas de investigación realizada en los centros de investigación de la zona, las cuales se muestran en las figuras 2 y 3. Por otro lado, se quiso acercar otras investigaciones más desconocidas para el público como las realizadas por la Armada Española. Por este motivo, se

CICLO DE CONFERENCIAS INVESCERCA: ACERCANDO LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA A LA SOCIEDAD				
CHARLAS 2015	**Ponente**	**Área de conocimiento**	**Organismo**	**Tipo de charla**
Charla inaugural: Investigaciones Marinas: desde la contaminación al Cambio Global.	Antonio Tovar	Ecología y Gestión Costera	CSIC	Charla-coloquio
La reutilización de las aguas residuales como medida para el uso sostenible del recurso agua.	José Mª Quiroga	Tecnología de Medio Ambiente	UCA	Charla-coloquio
Cómo medir contaminantes sin contaminar.	Carolina Mendiguchia y Juan José Pinto	Química Analítica	UCA	Taller
Evaluación de los efectos de contaminantes sobre la biota: Ensayo de toxicidad en medio acuático (Taller).	Juana Mª Arellano y Mª Isabel Arufe	Toxicología	UCA	Taller
El ciclo estacional del nivel del mar en el Golfo de Cádiz y su relación con las características oceanográficas de la zona.	Irene Laiz	Física aplicada	UCA	Charla-coloquio
Las babosas marinas: un paradigma poco conocido de sofisticación evolutiva.	Lucas Cervera	Biología-Zoología	UCA	Taller
¿Qué sabemos de las algas de Cádiz?	Ignacio Hernández	Biología-Ecología	UCA	Charla-coloquio
Importancia de las comunidades bentónicas costeras para el ser humano. Un caso de estudio en la Bahía de Cádiz.	Fernando Brun	Biología-Ecología	UCA	Charla-coloquio
Excursión: Chipiona (Costa Ballena), **Fuentebravía**, y **Valdelagrana**.	Javier Benavente	Ciencias de la Tierra	UCA	Salida de campo
El Observatorio de la Armada y su actividad científica 1753-2015.	Miguel Vallejo	Astronomía	Armada Española	Charla-visita
La acuicultura: pasado, presente y futuro. Carmen Sarasquete (CSIC).	Carmen Sarasquete	Biología Marina y Acuicultura	CSIC	Charla-coloquio
Contaminantes emergentes de la Bahía de Cádiz. Pablo Lara (UCA).	Pablo Lara	Física-química	UCA	Charla-coloquio

organizaron visitas al Real Observatorio de la Armada en San Fernando y del Instituto Hidrográfico de la Marina en Cádiz, en las que el personal de la Armada explicó las actividades que desarrollaban en cada uno de los Centros visitados.

Figura 2. Título de las diferentes charlas del primer ciclo de conferencias INVERCERA, ponentes de las mismas, áread de conocimiento de los ponentes y organismos a los que pertenecen los ponentes.

Entre las charlas que se impartieron durante los dos años, destacaron, por el interés que despertaron entre los participantes, la impartida por el profesor Dr. Lucas Cervera sobre las babosas marinas, o la del Dr. Antonio Tovar, Investigador del CSIC, sobre las investigaciones que se realizan en la Antártida. Por último, destacar la cata realizada en el Centro Andaluz de Investigaciones Vinícolas por la Dra. Carmen Rodríguez Dodero, en la que los participantes utilizaron las mismas instalaciones que usan los catadores profesionales.

RESULTADOS

La actividad tuvo una buena acogida el primer año, con una participación media de unas 30 personas en cada sesión; sin embargo, ésta bajó el segundo año. Una de las posibles razones fue la ubicación, aunque el LABIMAR tiene una posición estratégica y adecuadas instalaciones, también presenta dificultades de acceso a personas mayores o con movilidad reducida. Probablemente, la realización de esta actividad en otro lugar más accesible, mejoraría la participación.

Además, a pesar de haber realizado entrevistas en medios locales no se consiguió llegar a más población, ni mantener el nivel de asistencia. En este sentido, se debería analizar con más detalle la experiencia desde la mirada del ciudadano, ya que los científicos deben realizar un esfuerzo por elaborar un discurso adaptado al público asistente, tal y como indica Blanco (2004), dado que la divulgación científica consiste y lleva implícito una reconstrucción y reelaboración de los conocimientos científicos en base a la audiencia asistente.

Por tanto, en la organización de la experiencia podría considerarse desde el principio el perfil de los participantes, a través del boletín de inscripción que permita acceder a esa información, y organizar el evento de manera conjunta con los investigadores que realizan las conferencias y talleres atendiendo a esos perfiles de los participantes. Finalmente, otro aspecto a analizar sería si el ciclo de conferencias se ajustó o no a las necesidades de la población, o bien, a la propia estructura cognitiva de los participantes (Olmedo, 2011). Cuestiones que deben registrarse a través de instrumentos como cuestionarios de evaluación al finalizar la actividad.

CONCLUSIONES

Tras el desarrollo de esta experiencia podemos extraer las siguientes conclusiones finales:

- Reconsiderar la ubicación de la actividad para hacerla más accesible a todos los públicos.
- Mayor difusión en los medios de comunicación locales y el uso de otros canales de difusión.
- Adecuación del contenido al público.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la desinteresada participación de los ponentes de los Centros de Investigación de la Universidad de Cádiz (UCA) y Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC-ICMAR). Así como, a la Armada Española por abrirnos sus centros de trabajo ubicados en la provincia de Cádiz. A las Instituciones que han financiado la actividad: Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT), Laboratorio de Investigación Marina (LABIMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR) y Universidad de Cádiz.

REFERENCIAS

Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1*(1), 3-15.

Aguirre Pérez, C., & Vázquez Moliní, A. M. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3*(3), 339-362.

Blanco, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1*(2), 70-86.

Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias, 19*(2), 243-254.

Hodson, D. (2003). Time for action Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education, 25*, 645-670.

Marco-Stiefel, B. (2004). Scientific literacy: Building bridges between school science and forefront science, *Cultura y Educación, 16*(3), 273-287. doi:10.1174/1135640042360906

Olmedo, J. C. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 8*(2), 137-148.

Pedrinaci E., Caamaño A., Cañal P., y Pro. A. (2012). Once ideas clave. El desarrollo de la competencia científica. Barcelona: Graó.

Sánchez, Y., & Roque, Y. (2011). La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación. 7(7), 91-94.

Seguí, J. M., Poza, J. L., & Mulet, J. M. (2015). *Estrategias de divulgación científica*. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

10. História das Ciências no Ensino das Ciências | Historia de las Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias | History of Science in Science Teaching

LOS DESCUBRIMIENTOS ASTRONÓMICOS DE GALILEO Y SUS CONSECUENCIAS REVOLUCIONARIAS

Cristina Spinicci

Universidad Complutense de Madrid (ESPAÑA)
crisspin@ucm.es

Resumen

¿Puede la historia de la ciencia fomentar en los estudiantes el placer de leer y, simultáneamente, la pasión por la ciencia?

Leer partes del pequeño libro *Sidereus Nuncius* de Galileo es muy instructivo para los estudiantes de Educación Secundaria que comienzan el estudio de la física y la filosofía. A través de las palabras del autor, el lector es transportado a un mundo de maravilla y entusiasmo por los nuevos descubrimientos astronómicos y sus importantes repercusiones.

¿Cómo construye Galileo su telescopio y cómo determina los aumentos? ¿Cuál es el significado de esos puntos luminosos en la Luna y de esas pequeñas 'estrellas' en las cercanías de Júpiter? Desde este momento, todo va a cambiar: la física necesitará nuevas bases, la astrología quizá no sea ya tan importante y la religión deberá aceptar la validez de un instrumento que todos pueden utilizar y que muestra maravillas insospechadas.

La perspicacia de Galileo al percibir las consecuencias de sus descubrimientos, su coraje al apoyar lo que muchos no quieren aceptar y el poder de popularización de sus palabras no dejan lugar a la incertidumbre: la revolución ha comenzado y el cambio ha emprendido su imparable camino. Le debemos mucho a ese pequeño libro, que reúne en unas pocas páginas contenidos científicos muy relevantes, información tecnológica brillante, habilidades descriptivas y pictóricas únicas. Las observaciones de Galileo del *Sidereus Nuncius* refutan directamente toda una filosofía, la de Aristóteles, que había dominado la cultura occidental durante aproximadamente dos milenios. Con sus ojos mejorados por el 'perspicillum' (telescopio), Galileo demostró que no hay un lugar de perfección e inmutabilidad (el mundo supralunar) distinto y separado del mundo de lo corruptible y cambiante (la Tierra). No, la física aristotélica no puede funcionar porque es incompatible con el movimiento de la Tierra: éste es el punto desde el cual Galileo comenzará la construcción de una nueva física capaz de explicar las consecuencias del movimiento de la Tierra. De aquí surgirá la necesidad de formular el principio de inercia, la relatividad y l composición de los movimientos, así como la matematización de la realidad, que son las bases de la enseñanza de la nueva física.

Mi ponencia sobre todo ello se divide en dos partes: una introductoria acerca de la utilidad de la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia –haciendo referencia a directivas europeas específicas–; la otra es una propuesta didáctica que permite entender lo que aquí se plantea. ¿Por qué no combinar la lectura y la historia con la ciencia y la tecnología, tan queridas por nuestros estudiantes?

La presentación se realizará a través la plataforma multimedia Thinglink, que incluye el uso de realidad virtual inmersiva. Esta modalidad, creo que muy atractiva para estudiantes que son nativos digitales, permite también introducir de forma visual varias imágenes de obras de arte y lugares de interés relacionados con los textos originales.

En conclusión, este trabajo pone de manifiesto cómo la historia de la ciencia constituye un poderoso vehículo para divulgar y comunicar diferentes aspectos de la cultura humana y en la práctica ayuda a diluir la separación entre la cultura científica y la cultura humanista.

Palabras clave: Historia de la ciencia, Galileo, descubrimientos astronómicos, realidad virtual, estudiantes de Educación Secundaria

INTRODUCCIÓN

Una serie de estudios realizados en los últimos años han venido señalando un descenso alarmante en el interés de los jóvenes por las asignaturas de ciencias y matemáticas. En abril de

2007 se publicó el llamado Informe *Rocard*, fruto del trabajo de una comisión de expertos para la ciencia y la investigación del Parlamento Europeo presidida por Michel Rocard. Este informe ponía de manifiesto el escaso interés de los estudiantes en las materias de ciencias y la percepción que los europeos tienen sobre de las ciencias y su enseñanza. El informe se centraba básicamente en el análisis de las acciones necesarias para combatir el interés decreciente entre los jóvenes por los estudios de ciencias.

El *Rocard Report* empieza con las siguientes observaciones:

- Nº 1: «Un peligro capital para el futuro de Europa: la enseñanza de la ciencia dista mucho de atraer multitudes y en muchos países la tendencia está empeorando».
- Nº 2: «Los orígenes de esta situación pueden encontrarse, entre otras causas, en la manera como se enseña la ciencia».

En el mismo informe se recomienda una enseñanza no memorística o basada en la transmisión de información abstracta y se promueve la introducción de enfoques centrados en la investigación y los procesos de la ciencia y cómo éstos se producen (metodológica e históricamente).

CONTEXTUALIZACIÓN TEÓRICA

La historia de la ciencia (HC) y sus implicaciones en la enseñanza es una línea de investigación e innovación educativa que ha sido estudiada ya en el pasado. De hecho, hay muchos trabajos que valoran el uso de la HC en la enseñanza de las ciencias por sus numerosos efectos didácticos, entre los cuales cabe destacar que:

- Fomenta actitudes positivas hacia la ciencia y allana su comprensión al ser estudiada desde su génesis, presupuestos y desarrollo.
- Posibilita la asimilación del método científico moderno, con sus pasos característicos, pero sin ocultar la relevancia del elemento humano y de la historia, con sus azares y vicisitudes.
- Favorece, por consiguiente, una educación interdisciplinar en la que las ciencias y las humanidades se relacionan tal y como sucedió en la realidad histórica.
- Estimula el desarrollo del pensamiento crítico al exponer las diversas hipótesis y teorías, es decir, no sólo las que resultaron exitosas con el paso del tiempo, sino también las refutadas.
- Permite a los docentes anticipar conceptos e ideas preconcebidas de los alumnos, quienes, a su vez, pueden contrastar tales conceptos e ideas con los hechos al realizar por sí mismos algunos experimentos y comprobar las dificultades que se les presentan.

La inclusión de la HC en el currículum escolar es sugerida en los documentos oficiales de diversos países miembros de la Unión Europea, pero todavía no está claro lo que hay que enseñar y cómo hacerlo.

¿Cómo enseñar la historia de la ciencia?

Si bien hasta ahora ha habido muchas propuestas (lectura de textos originales, reconstrucción de experimentos históricos, análisis de controversias, dramatizaciones, cómics, etc.), hay estudios empíricos que muestran que un enfoque a la vez explícito y reflexivo es la manera más eficaz de asimilar los contenidos de historia y naturaleza de la ciencia.

En este trabajo se propone, precisamente, acompañar la lectura y el análisis de fragmentos del libro de Galileo *Sidereus Nuncius* con:

a) Un trabajo de debate en el aula sobre los temas tratados que facilite la formulación de hipótesis y el análisis de argumentos, inferencias y conclusiones promoviendo de este modo el ya mencionado pensamiento crítico. Los aspectos interdisciplinares que surjan pueden ser discutidos en grupos cooperativos, procedimiento que aumenta la capacidad de comprender, aceptar y respetar las opiniones de los demás (característica fundamental para los futuros ciudadanos que son nuestros alumnos).

b) El uso de la plataforma multimedia Thinglink, porque nuestros alumnos son nativos digitales y todo lo que tiene a ver con la tecnología es ciertamente muy atractivo para ellos. La tecnología es un gran recurso a la hora de comunicar conocimientos entre los

docentes y los alumnos. Pero es que, además, Thinglink es un instrumento innovador que permite introducir de forma visual e interactiva varias imágenes y vídeos, también en la forma de realidad virtual inmersiva. Finalmente, Thinglink es un medio que favorece el enfoque interdisciplinar. (En este trabajo se mostrará un recorrido de imágenes, algunas en 360 grados, con lugares y obras de arte que guardan relación con los temas científicos tratados, lo que constituye un ejemplo de cómo pueden combinarse, pedagógicamente, la cultura científica y la humanista.)

¿Por qué el *Sidereus Nuncius*?

Principalmente porque es una lectura apasionante: con sus palabras, Galileo nos introduce en un mundo de maravilla y entusiasmo por sus descubrimientos y sus significados, y además sugiere muchos temas cuyo carácter interdisciplinar hace que puedan ser debatidos en el aula. Los alumnos tendrán la oportunidad de descubrir cómo unas pocas páginas, escritas de forma sencilla y accesible a todos, han cambiado el rumbo del pensamiento humano.

La presente propuesta necesita de una introducción sobre las visiones cosmológicas de los antiguos, la física aristotélica y las aportaciones de Ptolomeo, Copérnico, Ticho Brahe y Kepler. Aunque esta introducción no está incluida con detalle en este artículo, quiero enunciar algunas ideas necesarias para la mejor comprensión de lo que en él se dice.

La percepción primitiva del contraste que existe entre la estabilidad de los cielos y la inseguridad de la vida terrestre queda incorporada a la cosmología aristotélica con la división del universo en dos regiones totalmente diferentes, ontológicamente diversas y no sometidas a las mismas leyes. La región terrestre en la cual vive el hombre es el lugar de la materia, el cambio y la variedad, del nacimiento y de la muerte, de la generación y de la corrupción, mientras que, por el contrario, la región celeste es perfecta e inmutable, su elemento es el éter y los cuerpos están allí dotados de movimiento circular uniforme eterno.

El sistema cosmológico, así como la física que lo sostenía, llegaron casi intactos hasta el siglo XVII con la salvedad de unos ajustes de Ptolomeo que permitieron explicar el llamado movimiento retrógrado de los planetas y la variación de los brillos (en particular de Marte). Con sus epiciclos y deferentes, el modelo ptolemaico se había complicado tanto para mantener la exactitud de las predicciones que acabó perdiendo su credibilidad y fue fundamentalmente interpretado de forma instrumentalista: un método para las previsiones de los movimientos celestes. En busca de un Universo más armónico, Nicolás Copérnico se dio cuenta de que desplazando el Sol al centro del universo y suponiendo que la Tierra estaba en movimiento se podían 'salvar las apariencias' de los planetas y simplificar enormemente el sistema. Pero si la astronomía ptolemaica transgredía el principio del movimiento circular uniforme como único movimiento de los planetas, la copernicana exigía una revisión de toda la física aristotélica. Esto es lo que se propuso Galileo: derrocar el sistema geocéntrico y proporcionar las bases sobre las cuales construir una nueva física.

Galileo y el telescopio: un nuevo instrumento para derrocar la teoría geocéntrica

En 1609 Galileo Galilei exploró los cielos con un telescopio de construcción propia y descubrió numerosos cuerpos celestes nuevos y aspectos nuevos de los ya conocidos. Trabajó para que cada descubrimiento pudiera representar una prueba a favor de la teoría copernicana. La novedad del telescopio fue que proporcionó una prueba de carácter no matemático y accesible para todos y se convirtió pronto en un instrumento popular: hombres que nunca antes habían mostrado interés en la astronomía empezaron a utilizar los instrumentos para escrutar los cielos. Este fue un aspecto muy importante del trabajo astronómico de Galileo: popularizó la astronomía y la astronomía que popularizó fue la de Copérnico.

La obra en la cual aparecen los primeros descubrimientos de Galileo es el *Sidereus Nuncius*, fue publicada el 12 de marzo 1610 en Venecia y tuvo un éxito tal que las 500 copias imprimidas se vendieron todas en una semana.

Sidereus Nuncius

El *Sidereus Nuncius* nos cuenta cómo supo Galileo de la existencia del telescopio:

«*Hace ya alrededor de diez meses me llegó el rumor de que cierto neerlandés había fabricado un catalejo, merced al cual los objetos visibles, aunque muy alejados del ojo del espectador, se veían nítidamente como si estuviesen cerca*.» (Galilei, traducción española 2010, página 45)

Aunque el origen del telescopio no está claro, lo que es seguro es que Galileo, gracias a su capacidad como constructor y observador, pudo superar el problema de la escasa calidad óptica de las lentes preparándolas él mismo, ayudado por el hecho de vivir en Venecia, uno de los más importantes centros productores de vidrio de la época. Así nos explica Galileo cómo llegó a construir su telescopio:

«*En primer lugar, procuré un tubo de plomo y en sus extremidades adapté dos lentes, ambas con una parte plana, pero por la otra una era esférica convexa y la otra, a su vez, cóncava. Luego, acercando el ojo a la parte cóncava vi los objetos bastante grandes y cercanos, pues aparecían tres veces más próximos y nueve veces más grandes que cuando se miran únicamente de forma natural.*» (Galilei, 1610. Traducción española, 2010, página 45)

Posible pregunta a los alumnos: ¿Cómo se pueden determinar los aumentos sin conocer las leyes físicas que están en la base del funcionamiento del telescopio?

Galileo nos lo explica en el *Sidereus Nuncius*. Repetir en clase, con nuestros alumnos, los pasos de construcción del telescopio (figura 1) les permitirá apreciar la capacidad de Galileo para encontrar soluciones prácticas a sus preguntas (figura 2), así como descubrir las dificultades encontradas (aberración cromática, campo de visión muy exiguo, necesidad de un apoyo, etc.) y formular las hipótesis necesarias para resolverlas.

Figura 1 – Construcción del telescopio.

En la figura 2, el telescopio construido proporciona 3 aumentos. Los dos cuadrados dibujados aparecerán iguales si son observados según las indicaciones de Galileo en el *Sidereus Nuncius*:

«mirando desde lejos simultáneamente ambas superficies clavadas en la misma pared, observando la menor con un ojo aplicado al anteojo y la mayor con el ojo libre… ambas figuras parecerán del mismo tamaño si el aparato multiplica los objetos según la deseada proporción». (Galilei, 1610. Traducción española, 2010, página 46).

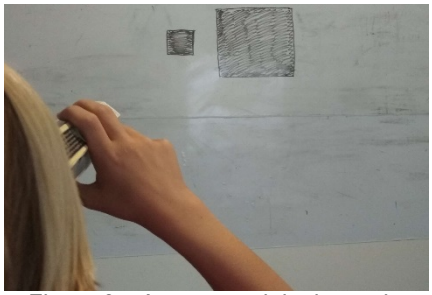


Figura 2 – Aumentos del telescopio

El enlace que sigue es un recorrido con fotos de 360 grados construido con Thinglink: Florencia, Museo Galileo, sala Galileo, telescopio de Galileo (se puede mirar con gafas de realidad virtual o *cardbord box*) *https://www.thinglink.com/video/1240589232351739906*

Sin embargo, Galileo progresó muy rápidamente en la técnica de construcción del telescopio, tanto que, poco después de la construcción del primer instrumento, pudo presentar un telescopio perfeccionado a los notables y al Dux de Venecia, que pudieron ver, desde lo alto del campanario de San Marcos, los barcos que se acercaban al puerto de Venecia antes de que fueran visibles a simple vista. El telescopio fue considerado un instrumento muy útil para la Marina veneciana: inmediatamente otorgaron a Galileo un aumento sustancial en el salario y un pedido de varios instrumentos.

Imagen del campanario de Venecia desde el cual Galileo mostró al Dux de Venecia el telescopio: *https://www.thinglink.com/scene/1239156285245489155?editor-closed*

Galileo observa el cielo: la Luna, las estrellas y los planetas

«*Estaría de más exponer en qué medida y qué grande sería la utilidad de este instrumento, tanto en los asuntos terrestres como en los marítimos. Pero decidí olvidar las cosas terrenales y me dediqué a la observación de las celestes*…» (Galilei, 1610. Traducción española, 2010, página 45).

-La Luna

«*Hermosísimo y agradabilísimo es ver el cuerpo lunar, alejado de nosotros casi sesenta semidiámetros, tan cerca como si distase tan sólo dos de estas medidas*…»

«…*el linde que separa la parte oscura de la luminosa no se alarga uniformemente según una línea oval, como sucedería en un sólido perfectamente esférico, sino que se delimita con una lineo desigual, arrugada y absolutamente sinuosa*…» (Galilei, 1610. Traducción española, 2010, página 48).

Galileo con su 'perspicillo' (telescopio) observa que la línea de división de la parte iluminada y la parte oscura no es regular (si fuera una esfera perfecta de cristal tendría que serlo) y le maravilla más que cerca del límite entre la sombra y la luz haya pequeños puntos negros en la parte luminosa y puntos claros en la parte oscura (fig. 3) que Galileo, haciendo una analogía con lo que pasa en la Tierra cuando el sol sale, interpreta justamente como valles (lo puntos negros) y cumbres de las montañas (los puntos luminosos).

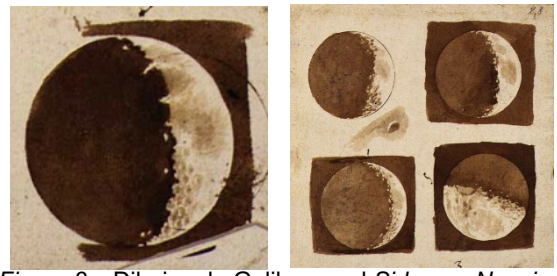


Figura 3 – Dibujos de Galileo en el *Sidereus Nuncius*

Es éste un descubrimiento crucial porque demuestra claramente que «*la superficie de la Luna no es de hecho lisa, uniforme y de esfericidad exactísima, tal y como ha enseñado de esta y de otros cuerpos celestes una numerosa cohorte de filósofos…*», sino que «*es desigual, escabrosa y llena de cavidades y prominencias, no de otro modo que la propia faz de la tierra*».(Galilei, 1610. Traducción española, 2010, página 48). Ésta es la primera evidencia mostrada «*a los sentidos y no a la razón*» de que la teoría aristotélica tenía una grieta.

Ludovico Cigoli (1555-1613), importante pintor toscano, amigo y colaborador de Galileo en los dibujos de las manchas solares, pintó la primera representación de la Luna como la había descrito Galileo, en un fresco de la Virgen, de 1610, en la iglesia Santa Maria Maggiore, cappilla Paulina, Roma. (figura 4): fotos tal y como aparecen en un ejemplo de uso de Thinglink.

Figura 4 – Fresco de Cigoli, à esquerda, aspecto particular de la foto precedente, à direita.

-Innumerables nuevas estrellas

Cuando Galileo dirigió el telescopio a las estrellas fijas, observó que el instrumento no aumentaba el tamaño de las estrellas como hacía con los planetas, hecho que indicaba que las estrellas tenían que estar a una distancia inmensa de la Tierra, enormemente superior a la de los planetas… lo que podía explicar por qué las estrellas fijas no tienen una paralaje anual sensible a pesar del hecho de que la Tierra viaja alrededor del Sol a una distancia considerable.

Cuando Galileo examinó las constelaciones conocidas, se encontró frente a miles de nuevas estrellas y descubrió que el Círculo Lácteo «*no es otra cosa que un montón de innumerables estrellas esparcidas en grupos».*

Punto de reflexión para los alumnos: todo esto era un espectáculo grandioso, pero ponía claramente en crisis la estructura antropocéntrica generalmente aceptada hasta entonces. Si las estrellas habían sido puestas en el cielo para alumbrar el camino del hombre, ¿qué motivo habría tenido Dios para crear algo que a simple vista no se puede ver? Y ¿cuántas más cosas podía haber en el cielo? Ya no será verdad que todo es conocido. ¿Cómo podía un hombre de 1660 reaccionar a este descubrimiento?

El pintor alemán Adam Elsheimer, activo en Roma en la primera década del siglo XVII, representó el Circulo Lácteo en su obra *La huida a Egipto* siguiendo descripción de Galileo en su *Sidereus Nuncius*.

Posible construcción con Thinglink (figura 5): cuadro Adam Elsheimer, *La huida a Egipto* (1610)

Figura 5 – La huida a Egipto, à esquerda, aspecto particular de la foto precedente, à direita.

-Los satélites de Júpiter

«*..lo que sobrepasa cumplidamente toda admiración, o lo que, ante todo, nos empuja a llamar la atención de todos los astrónomos y filósofos, es precisamente el hecho de que encontré cuatro estrellas erráticas, que ninguno de ellos conociera ni observara antes que nosotros, las cuales, a semejanza de Venus y de Mercurio alrededor del Sol, tienen sus propios periodos alrededor de una estrella bastante conocida entre el número de las conocidas, ya precediéndola, ya siguiéndola, jamás alejándose de ella fuera de unos límites bien estables*» (Galilei, 1610. Traducción española, 2010, página 44)

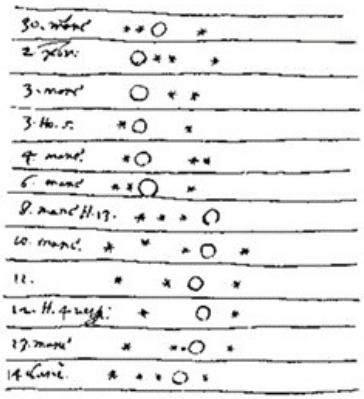


Figura 6 – Dibujos de los satélites Júpiter en el *Sidereus Nuncius.*

En la tarde del 7 de enero de 1610, Galileo vio tres estrellitas muy brillantes en las inmediaciones de Júpiter, dos a la izquierda y una a la derecha del planeta (fig. 6); la noche siguiente, las tres estaban a la derecha de Júpiter, la noche del 9 de enero estaba nublado; el 10 de enero, sólo dos de las tres estrellas eran visibles y esta vez estaban a la izquierda de Júpiter. Galileo pasa noche tras noche analizando los movimientos de 'las estrellitas' y midiendo las distancias angulares de las mismas con el planeta Júpiter, lo que le permite descubrir el movimiento periódico de las mismas.

Punto de reflexión: Se puede preguntar a nuestros alumnos cúales podrían ser las implicaciones de este descubrimiento y por qué Galileo dice «*nos empuja a llamar la atención de todos los astrónomos y filósofos».*

El telescopio hacía evidente que no todo giraba alrededor del Sol y no sólo: Júpiter se convirtió en una prueba visible del hecho de que un planeta podía orbitar en torno a un cuerpo central sin perder los cuerpos menores que orbitaban a su alrededor. Galileo no pudo explicar por qué los satélites de Júpiter no se quedaron atrás mientras Júpiter viajaba en su órbita (¡había que esperar a Newton!), pero cualquiera que fuera la razón, había demostrado que era un fenómeno que pasaba regularmente en la naturaleza y que la Tierra entonces podía orbitar alrededor del Sol sin perder la Luna (una de las principales críticas al sistema heliocéntrico: si la Tierra se mueve, ¿por qué no pierde la Luna?)

Dado que no se habían descubierto planetas nuevos desde tiempos inmemoriales, Galileo pensó que era una excelente oportunidad para congraciarse con los Médici, razón por la cual llamó 'estrellas medíceas' a los satélites y dedicó el *Sidereus Nuncius* a Cosme II de Médici, gran duque de la Toscana.

Los descubrimientos de los satélites de Júpiter introducen otro aspecto importante para entender la época en la cual trabajaba Galileo: la relación entre astronomía y astrología. En tiempos de Galileo los astrónomos eran astrólogos y la necesidad de medir exactamente las posiciones de los planetas estaba relacionada con la posibilidad de realizar horóscopos. Reyes, duques, políticos, religiosos, enfermos… todos acudían al astrólogo para tomar decisiones sobre el futuro. El descubrimiento de los satélites y miles de nuevas estrellas introduce también el problema de si la astrología es fiable o no.

Este punto puede sugerir un debate en clase de un tema tan actual como las pseudociencias. ¿Cuántas personas leen todavía el horóscopo aunque se sepa que las constelaciones correspondientes a los signos zodiacales ya no son las mismas? Y la presentación a nuestros alumnos del método científico puede también partir de aquí, leyendo sobre las noches que Galileo pasó observando la Luna y las estrellas y midiendo las distancias angulares de los satélites para demostrar su movimiento periódico alrededor de Júpiter.

Otros descubrimientos

En los años siguientes, el uso del telescopio permitió otros descubrimientos como el de las fases de Venus (imposibles en un modelo geocéntrico aristotélico-ptolemaico) y el de las manchas solares (las manchas aparecían y desaparecían negando así la inmutabilidad del Sol mismo).

Estos descubrimientos asestaron nuevos golpes a la teoría geocéntrica y desmantelaron la concepción aristotélica que separaba netamente el mundo celeste y el mundo sublunar.

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Un nuevo reto o el origen de una nueva física

Los descubrimientos astronómicos de Galileo de hecho anulan las bases de casi 2000 años de filosofía aristotélica: el telescopio había ofrecido razones evidentes contra del sistema geocéntrico, pero se precisaba elaborar una física con nuevas leyes del movimiento para poder justificar los fenómenos observados suponiendo el movimiento terrestre (por ejemplo: si la Tierra se mueve: ¿por qué una piedra que cae desde una torre cae a la base de la torre y no mucho detrás?). De aquí surgirá la necesidad de formular el principio de inercia, la relatividad y la composición de los movimientos, así como la matematización de la realidad, que son las bases de la enseñanza de la nueva física. Aunque no es éste uno de los temas de este artículo, es la consecuencia natural de esta introducción a la historia de la ciencia en un grupo de alumnos que se adentran en el estudio de la física.

CONCLUSIONES

El enfoque histórico, asociado a una interpretación de la ciencia que fomenta la reflexión, la argumentación y la comunicación de las ideas, permite entender su carácter de construcción humana, es decir: la dinámica propia de un conocimiento siempre en evolución. Los estudiantes tienen de este modo la oportunidad de ponderar no sólo la importancia de los resultados finales, sino también la de los procesos que han llevado a los descubrimientos científicos (recomendación del *Informe Rocard*)

El tema tratado pone de manifiesto que la utilización de la historia de la ciencia puede:

a) Hacer comprender cuánto ha tenido que lidiar el conocimiento científico con doctrinas a veces extrañas y distantes: astrología, superstición, religión, etc.
b) Favorecer la habilidad para la argumentación y el desarrollo del pensamiento crítico por las numerosas posibilidades de reflexión que suscita.
c) Poner en práctica un enfoque interdisciplinar que ayuda a superar la tradicional separación entre la cultura científica y la cultura humanista.

Por lo tanto, se puede decir que la utilización de la HC puede ayudar al docente a «fomentar la adquisición de competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM), teniendo en cuenta su vínculo con las artes, la creatividad y la innovación» (una de las recomendaciones de la Unión Europea relativas a las competencias clave para el aprendizaje permanente publicadas en el *Diario Oficial* de la Unión Europea el 22 de mayo de 2018).

REFERENCIAS

Acevedo, J. A., Manassero, M.A & Vázquez, A. (2002). Nuevos retos educativos: hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Revista Pensamiento Educativo*, *30*, 15-34.

Camerota, F. (2009), *Arte e sciencia. Da Leonardo a Galileo*. Florencia: Giunti.

Galilei, G. (2007). *La gaceta sideral*. Madrid: Alianza.

Galilei, G. (2010). *Noticiero Sideral*. La Coruña; Madrid: Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Kuhn, Thomas S. (1993). *La revolución copernicana*. Barcelona: Planeta-Agostini.

Matthews, M. R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 12,* 255-277.

Solís, C., & Sellés, M. (2005*). Historia de la* C*iencia* (6 ed.). Barcelona: Espasa.

Weinberg, S. (2015). *Explicar el mundo* (4 ed.). Madrid: Taurus.

O PROFESSOR MANUEL JOSÉ BARJONA E O ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS NO MUSEU MINERALÓGICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Maria Fernanda Daniel Lopes Gomes

Escola Secundária Almeida Garrett, Vila Nova de Gaia (PORTUGAL)
mfgomes1@gmail.com

Resumo

O Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra é o sucessor direto da Secção de Mineralogia do Gabinete de História Natural instituído como Estabelecimento Anexo da Faculdade de Filosofia, uma das maiores inovações da Reforma Pombalina de 1772. Este Gabinete tinha, tal como os restantes Estabelecimentos Anexos, e como consta dos Estatutos de 1772, o objetivo de permitir aos estudantes o aprofundamento dos seus conhecimentos teóricos através da observação e manuseamento dos objetos das coleções de História Natural, uma vez que as lições teóricas eram seguidas de aulas práticas, que decorriam naquelas instalações. Para tal, foi determinada a organização de coleções de objetos representativos dos "Três Reinos da Natureza", ficando os responsáveis pelo Gabinete obrigados a enriquecê-las progressivamente a partir do núcleo inicial.

Tendo a Reforma Pombalina surgido na sequência da expulsão dos Jesuítas, e com a reorganização gerada, com os novos cursos e disciplinas, tornou-se necessário encontrar novos Professores, bem como novos manuais de apoio. Foi neste âmbito que foram contratados alguns Professores italianos de reconhecido mérito. Entre eles, encontrava-se aquele que viria a ser o primeiro Diretor do Gabinete de História Natural, o Doutor Domingos Vandelli, que tinha sido anteriormente Diretor do Real Museu da Ajuda (Cruz, 1976). Embora tenha contribuído, com as suas próprias amostras, para formar o núcleo inicial das coleções do Gabinete de História Natural em Coimbra, Vandelli era uma pessoa de múltiplos interesses, sendo que não dominava particularmente a Mineralogia, antes tendo uma maior apetência pela Botânica, tendo mesmo ajudado a esboçar os planos do Jardim Botânico daquela Universidade. Muito provavelmente por estas razões, nunca, apesar de muito instado a fazê-lo, encontrou tempo para elaborar um manual que servisse de apoio às aulas, tal como estava previsto nos Estatutos de 1772. Teve, no entanto, alunos que lhe vieram a suceder na Cátedra, tendo-se alguns, como José Bonifácio d'Andrada e Silva, notabilizado na área de investigação, enquanto outros, desenvolveram um trabalho pedagógico de excelente qualidade. Entre esses, cabe-nos destacar o Professor Manuel José Barjona, desconhecido de muitos, mas de enorme dedicação ao trabalho, e que viria, não só a iniciar a organização e catalogação das coleções do Museu e Gabinete de História Natural, mas, também, a escrever os primeiros manuais de Mineralogia e Metalurgia em português e que passaram a ser usados no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes do Curso Filosófico, permitindo-lhes um estudo mais sistemático na sua própria língua e não, como antes, em Francês ou Latim.

Estes manuais revelam um conhecimento apurado da Mineralogia e Metalurgia, mas, também uma capacidade de organização e de trabalho, que nem sempre eram comuns na sua época e fazem do Professor Barjona uma personalidade da maior importância no ensino da Mineralogia em Portugal, entre o século XVIII e o século XIX.

Palavras-chave: Museu; Gabinete; Mineralogia; Manuais; Barjona

INTRODUÇÃO

A História da Ciência é atualmente uma área de estudo da maior relevância, sendo um ponto de referência nos programas do Ensino Básico e Secundário, para permitir aos alunos compreender como o conhecimento científico tem vindo a evoluir. Assim, ao tomar contacto com a História dos Cientistas, Investigadores e Instituições que contribuíram para essa evolução poderão ampliar o seu interesse e empenho no estudo das Ciências e, no caso em análise, no estudo da Mineralogia e da Geologia.

Neste âmbito, deve ser referido o Museu de Mineralogia da Universidade de Coimbra que foi criado no âmbito da Reforma de 1772, embora não de forma individualizada. Na realidade, começou por funcionar como uma secção que integrava o então chamado Gabinete de História Natural da Faculdade de Filosofia, um dos seus *Estabelecimentos Anexos* (Estatutos da Universidade de Coimbra [1772], 1972). Aliás, como se determinava nos Estatutos, nada poderia contribuir melhor para o avanço do estudo da História Natural do que *"a vista contínua dos objectos, que ella comprehende"*. Assim, deveriam ser reunidas e organizadas coleções de objetos representativos dos "Três Reinos da Natureza", ficando os responsáveis pelo Gabinete obrigados a enriquecê-las progressivamente a partir do núcleo inicial (Carvalho, 1987). Ao Professor de História Natural ficava destinada a responsabilidade de zelar pela conservação e enriquecimento do Gabinete, bem como de elaborar um catálogo rigoroso para que fosse possível encontrar facilmente qualquer objeto que nele se procurasse. Com esta estrutura, pretendia-se que os alunos pudessem, não apenas observar os "productos naturaes", mas também iniciar-se nos métodos de investigação. A função deste Gabinete era pois, não simplesmente ilustrar os conhecimentos adquiridos nas lições teóricas, mas simultaneamente despertar nos alunos do curso filosófico o gosto pela investigação científica (Lemos, 1777; Balbi, 1822; Ferreira, 1990; Id.,1991).

Entre os professores que passaram por esta instituição, são vários os que se destacaram, quer pelas suas qualidades de investigação, quer pelas suas qualidades didáticas. Neste último aspeto, não se pode falar da História do Ensino da Mineralogia no nosso país em geral e, na Universidade de Coimbra em particular, sem referir o Doutor Manuel José Barjona.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho insere-se no âmbito de uma pesquisa mais alargada que se espera conducente à elaboração de uma Tese de Doutoramento a apresentar ao Departamento de Museologia e Técnicas de Património da Faculdade de Letras da Universidade do Porto que surge na sequência de uma Tese de Mestrado subordinada ao tema "Os Museus e o ensino das Ciências Naturais, O Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra", apresentada em 1999, no Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.

Sendo este o mais antigo Museu Universitário formal, estando inserido na mais antiga Universidade do país e com uma fundação associada à mais profunda Reforma dos Estudos Superiores alguma vez levada a cabo em Portugal, tem-nos parecido do maior interesse aprofundar o estudo da evolução dos trabalhos levados a cabo naquela instituição, não apenas na área da investigação, mas também do ensino da Mineralogia e da Geologia. Cremos também revestir-se da maior relevância, dar a conhecer o papel desempenhado pelas pessoas que nesta área do saber se notabilizaram de alguma forma, o que poderá enquadrar o estudo das Ciências da Terra no Ensino Secundário e simultaneamente dar a esses mesmos alunos uma motivação extra para o estudo destas matérias e até abrir caminho para a descoberta de uma vocação como futuros profissionais e investigadores.

Assim, entendemos que se torna necessário, não apenas conhecer a instituição, mas também perceber que, especialmente ao nível do Ensino Secundário, a Ciência, muitas vezes pela extensão dos programas, mas, outras vezes, também pelo desconhecimento dos Professores relativamente à História da Ciência, é ensinada de forma demasiado árida e desenquadrada, sendo que as poucas personalidades referidas são normalmente estrangeiras, esquecendo-se frequentemente a existência de Professores e Investigadores portugueses que também deram um apreciável contributo para a construção e comunicação do saber.

Entre as ilustres personalidades que nos últimos duzentos e quarenta e sete anos passaram, primeiro pela Faculdade de Filosofia, depois pela Faculdade de Ciências e, mais recentemente, pela Faculdade Ciências e Tecnologia, o Doutor Manuel José Barjona sobressai pelas suas qualidades pedagógicas e pela dedicação que sempre revelou no seu trabalho, tanto enquanto Lente substituto de Química, Física e Agricultura, como posteriormente na época (1813), em que seria provido na Cátedra de Mineralogia e Zoologia. Extremamente responsável, este professor nascido em Coimbra em 16 de junho de 1758 (?), e com bacharelato concluído em 16 de novembro de 1785, cumpriu com o maior rigor as suas obrigações perante a Congregação da Faculdade, de que seria Secretário entre 1794 e 1798 (Actas das Congregações da Faculdade de Filosofia [1772-1820], 1978; Acta da Congregação da Faculdade de Filosofia de 1 de agosto de 1827; Ferreira, 1990). Tendo, a seu pedido, sido nomeado substituto ordinário em 1791, foi

encarregue, pela Congregação, de escrever um compêndio de Metalurgia, no seguimento do que vinha sendo solicitado aos Lentes que regiam as várias Cadeiras. Cumpridor e rigoroso no seu trabalho, o Doutor Barjona apresentaria em reunião da Congregação da Faculdade, de 25 de abril de 1792, o plano do seu livro *"Metallurgiae Elementa"*, que seria analisado e aprovado, vindo a obra a ser impressa em 1798. Este converter-se-ia no primeiro manual publicado por um Lente da Universidade e seria adotado, tanto naquela como na Escola Superior Politécnica de Lisboa e na Academia Politécnica do Porto.

Apesar do empenho de que sempre deu provas, o Doutor Barjona ver-se-ia, em 1801, relegado para segundo plano com a criação da Cátedra de Metalurgia e o provimento naquela, do então Bacharel José Bonifácio d'Andrada e Silva, a quem, para tal, foi conferido o grau de Doutor, com base na excelência dos conhecimentos que adquirira enquanto bolseiro do governo em Universidades europeias. Como forma de ultrapassar tal situação, decidiu-se, em face das contestações apresentadas pelo Doutor Manuel José Barjona, que aquele fosse equiparado a Catedrático, quer pelo vencimento, quer pelos benefícios, mas sem Cátedra. Não seria, no entanto, esta a última vez que aquele professor seria ultrapassado por pessoas mais novas e com menos tempo de serviço: em 1804 seria criada a Cátedra de Docimásia, que funcionava na Casa da Moeda, em Lisboa, nela sendo provido o Doutor João António Monteiro (1769-1834). Só em 1813 viria a ocupar a Cátedra de Mineralogia e Zoologia, com a jubilação dos Doutores José Bonifácio d'Andrada e Silva (1763-1838) e Francisco António Ribeiro de Paiva (1757-1831). Sempre atento às necessidades dos seus alunos, o Doutor Barjona considerou indispensável a existência de um manual adaptado aos conhecimentos anteriormente adquiridos pelos estudantes e passível de ser lecionado no espaço de tempo disponível em cada ano letivo. Foi neste contexto que surgiu, em 1823, o seu livro *"Taboas Mineralogicas"*, com um formato que facilitava a consulta (apresentava-se sob a forma de quadros – as *"Tábuas"*), e com um texto fortemente marcado pela influência, particularmente de autores como Haüy, Brochand e Brongniart (Carvalho, 1872; Ferreira, 1998).

Para além do excelente trabalho que realizou enquanto professor (cabendo-lhe por isso uma menção muito especial, sempre que o assunto tratado é o ensino da Mineralogia em Portugal), o Doutor Barjona ficaria indissociavelmente ligado à História do Museu de História Natural da Universidade de Coimbra, e particularmente à sua Secção de Mineralogia, da organização de cujas coleções seria o primeiro Lente a ocupar-se. Desse esforço viriam a resultar diversos catálogos.

Personalidade muito fiel aos seus princípios, este Lente viria, em diversas ocasiões da sua vida, como pudemos mencionar, a ser prejudicado (por vezes devido às suas convicções liberais, que chegaram a levá-lo à prisão), vindo a ser demitido, o que implicou a perda do seu ordenado de Lente, restando-lhe apenas uma pensão de cerca de cem mil réis, resultantes dos compêndios que escrevera e que, embora de sua propriedade, continuavam a ser usados como base do estudo da Mineralogia e da Metalurgia na Faculdade de Filosofia. Acabaria por falecer em Coimbra, a 16 de novembro de 1831, numa situação económica bastante precária.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS

Numa época em que tudo se altera rapidamente e em que os manuais adotados nas Escolas têm, na sua grande maioria, uma vigência não superior a seis anos, parece-nos que continua a ser da maior relevância enquadrar o ensino destas matérias, com o recurso à História da Ciência, para que os nossos alunos possam construir o seu conhecimento com uma base mais sólida e alargada.

Cremos também ser da maior importância conhecer e compreender a relevância da atividade pedagógica e didática de personalidades portuguesas que se destacaram no ensino e divulgação do conhecimento mineralógico e que tanto contribuíram para a formação dos jovens estudantes, primeiro de Filosofia e, posteriormente, de Geologia. Este conhecimento e compreensão poderão funcionar como motivação e incentivo para que mais alunos se dediquem ao estudo da Mineralogia e da Geologia.

CONCLUSÕES

Em função de tudo o que atrás referimos, podemos concluir que o ensino da Mineralogia e Geologia em Portugal não passou apenas pela transmissão de conhecimentos veiculados em manuais escritos por autores estrangeiros, em francês, inglês ou italiano, mas, também, pela elaboração de manuais escritos por professores portugueses, para os alunos portugueses. Estes manuais, apesar dos progressos que foram sendo feitos ao longo da História da Mineralogia em Portugal, com as limitações próprias de obras escritas no século XVIII, foram sendo utilizados, de forma mais ou menos regular, por alunos de Geologia e de Engenharia, quase até ao século XX, o que nos parece traduzir a importância daquele trabalho.

Por outro lado, ao nível do ensino das Ciências, é possível concluir também que o estudo da História da Ciência em geral e da Mineralogia em particular, será da maior importância para uma formação mais completa e substancial dos alunos, em particular dos do Ensino Secundário, os quais poderão simultaneamente sentir-se mais fortemente motivados para prosseguir estudos na área das Ciências da Terra.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece todo o apoio e colaboração da Professora Doutora Patrícia Costa, na leitura e revisão deste artigo.

REFERÊNCIAS

Actas das Congregações da Faculdade de Filosofia (1772-1820) (1978). Coimbra: Imprensa da Universidade.

Carvalho, J. A. S. (1872). *Memoria Histórica da Faculdade de Philosophia.* Coimbra: Imprensa da Universidade.

Carvalho, R. (1987). *A História Natural em Portugal no séc. XVIII*. Lisboa: Instituto de Cultura e Língua Portuguesa.

Cruz, L. (1976). *Domingos Vandelli: alguns aspectos da sua actividade em Coimbra*. Coimbra: Separata de Boletim do Arquivo da Universidade de Coimbra.

Estatutos da Universidade de Coimbra (1772) (1972). Coimbra: Imprensa da Universidade.

Portugal Ferreira, M. R. (1990). *Dr. Manuel José Barjona (1758-1831) – Autor dos Primeiros Livros de Mineralogia editados em Portugal*. Coimbra: *Memórias e Notícias, 110*, 77-102.

Portugal Ferreira, M. R. (1990). *O Museu de História Natural da Universidade de Coimbra (Gabinete ou Secção de Mineralogia) desde a Reforma Pombalina (1772) até à República (1910*). Coimbra: *Memórias e Notícias, 110.* Publicação do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra.

Portugal Ferreira, M. R. (1991). *O Museu de História Natural da Universidade de Coimbra (Gabinete ou Secção de Mineralogia) desde a Reforma Pombalina (1772) até à República (1910)*. Separata das Actas do Congresso "História da Universidade.

Portugal Ferreira, M. R. (1998). *200 Anos de Mineralogia e Arte de Minas: Desde a Faculdade de Filosofia (1772) à Faculdade de Ciências e Tecnologia (1972).* Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Gomes, M. F. D. L. (1999). *Os Museus e o Ensino das Ciências Naturais, O Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra* (Tese de mestrado, Universidade de Coimbra, Portugal).

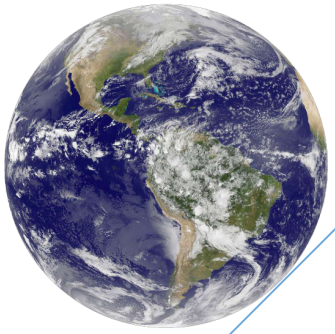
Lemos, D. F. (1980). *Relação Geral do Estado da Universidade (1777).* Coimbra: Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

UNIDADE DE ENSINO DAS CIÊNCIAS

APEduC

ISBN 978-989-746-201-6
DOI 10.24840/978-989-746-201-6



XVIII ENEC | III ISSE

XVIII ENEC | III ISSE • educação em ciências: cruzar caminhos, unir saberes •

LIVRO DE ATAS