

VOLUME 1 | NÚMERO 2

NOVEMBRO 2020

Revista
APEduC
Journal

INVESTIGAÇÃO E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

RESEARCH AND PRACTICES IN SCIENCE,
MATHEMATICS, AND TECHNOLOGY EDUCATION

ISSN: 2184-7436

APEduC



Associação Portuguesa de
Educação em Ciências

FT

EDITOR | DIRETOR

J. Bernardino Lopes

EDITORES ASSISTENTES | ASSISTANT EDITORS

Carla Morais
Elisa Saraiva
Núria Climent
Ron Blonder
Suzani Cassiani
Xana Sá Pinto

Mais informação:

[Equipa Editorial / Editorial Team](#) [online]

EDIÇÃO | EDITION

A **APeDuC Revista** - *Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia* / **APeDuC Journal** - *Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education* é uma publicação eletrónica, online acessível em português, espanhol e inglês, de natureza Científico- Didática da Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APeDuC).

A **APeDuC Revista** tem revisão por pares, num processo duplamente cego. Publica artigos em português, inglês e espanhol e visa tornar-se uma referência internacional na sua área de atuação.

A gestão dos artigos é feita através da plataforma OJS.

A publicação é aberta e o texto completo é acessível gratuitamente. Não há custos de publicação para os autores dos artigos publicados.

Mais informação:

[APeDuC Revista / APeDuC Journal](#) [online]

[Receção de artigos originais / Paper submissions](#) [online]

Contacto: apeduc revista@gmail.com

CAPA, PAGINAÇÃO E APOIO À GESTÃO EDITORIAL

Patrícia Pessoa

ISSN: 2184-7436



Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives
4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

CONSELHO EDITORIAL | EDITORIAL BOARD

Agustin Adúriz Bravo, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*

Álvaro Folhas, *Escola Secundária Marques Castilho, Portugal*

António Cachapuz, *Universidade de Aveiro, Portugal*

Baohui Zhang, *Shaanxi Normal University, China*

Ben Akpan, *Science Teachers Association of Nigeria, Nigeria*

Carlos Fiolhais, *Universidade de Coimbra, Portugal*

Cecília Galvão, *Universidade de Lisboa, Portugal*

Chatree Faikhamta, *Kasetsart University, Thailand*

Christian Buty, *Université of Lion, France*

Clara Alvarado Zamorano, *Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico*

Digna Couso, *Universitat Autònoma de Barcelona, Spain*

Eduardo Fleury Mortimer, *Universidade Federal de Minas Gerais- Belo Horizonte, Brazil*

Emmanuel Mushayikwa, *University of the Witwatersrand, South Africa*

Fernanda Ledesma, *Escola Secundária D. João II, Portugal*

Fernanda Ostermann, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil*

Isabel P. Martins, *Universidade de Aveiro, Portugal*

Jaime Carvalho e Silva, *Universidade de Coimbra, Portugal*

Jan C.W. van Aalst, *University of Twente, Netherlands*

João Filipe Matos, *Universidade de Lisboa, Portugal*

José Jorge Silva Teixeira, *Escola Secundária Dr. Júlio Martins, Portugal*

Laurinda Sousa Ferreira Leite, *Universidade do Minho, Portugal*

Leonel Morgado, *Universidade Aberta, Portugal*

Maria de Fátima Paixão, *Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal*

Maria Francisca Macedo, *professora do 1º ciclo, escritora, Lisboa, Portugal*

Maria João Fonseca, *Universidade do Porto, Portugal*

Maria Odete Valente, *Universidade de Lisboa, Portugal*

Nelio Bizzo, *Universidade de S. Paulo e Universidade Federal de São Paulo, Brazil*

Norman G. Lederman, *Illinois Institute of Technology, USA*

Pedro Membiela, *Universidade de Vigo, Spain*

Regina Gouveia, *Professora aposentada e escritora, Portugal*

Salette Linhares Queiroz, *Universidade de São Paulo, Brazil*

Ubiratan D'Ambrósio, *Universidade Estadual de Campinas, Brazil*

Vítor Trindade, *Universidade de Évora, Portugal*

William C. Kyle, Jr., *University of Missouri – St. Louis, USA*



Associação Portuguesa de
Educação em Ciências

APeDuC Revista/ APeDuC Journal (2020), 01(02),1-1

Revista

APeDuC

1

Journal

PERIODICIDADE

FREQUENCY

PERIODICIDAD

Publica dois números por ano:

- Abril: submissão até 20 de janeiro;
- Novembro: submissão até 20 de junho.

Destinatários: Investigadores, professores, formadores, divulgadores e estudantes de pós-graduação

Publish two issues per year:

- April: submission until January 20;
- November: submission until June 20.

Target audience: Researchers, teachers, trainers, science communicators and post-graduate students.

Publica dos números al año:

- Abril: envío hasta el 20 de enero;
- Noviembre: envío hasta el 20 de junio.

Público potencial: Investigadores, profesores, formadores, divulgadores y estudiantes de posgrado.

ÍNDICE

TABLE OF CONTENTS

TABLA DE CONTENIDOS

Editorial	7
<i>Secção 1 - Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</i> <i>Section 1 - Research in Science, Mathematics and Technology Education</i> <i>Sección 1 - Investigación en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</i>	11
<hr/>	
<i>Promoviendo la Educación Matemática inclusiva desde el enfoque de los itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas: el caso de las fracciones</i> Promoting inclusive Mathematics Education from the Mathematics Teaching itineraries approach: the case of fractions Promovendo a Educação Matemática inclusiva através da abordagem de itinerários de Ensino de Matemática: o caso das frações Ángel Alsina & Joan Franco	13
<i>A consciência do professor na orquestração de atividades de aprendizagem em movimento: uma prática gamificada móvel inventiva</i> Teacher awareness in the pedagogical orchestration of mobile learning activities: an inventive mobile gamified practice La consciencia del profesor en la orquestación de actividades de aprendizaje en movimiento: una práctica gamificada inventiva móvil Claudio Cleverson de Lima, Leonel Caseiro Morgado & Eliane Schlemmer	30
<i>EDUPARK - jogo interativo ao ar livre com realidade aumentada: satisfação de alunos de ciências naturais</i> EDUPARK- an interactive outdoor game with augmented reality: satisfaction of natural science students EDUPARK - juego interactivo al aire libre con realidad aumentada: satisfacción de los estudiantes de ciencias naturales Maria Luísa Ribeiro Gomes, Lúcia Pombo & Margarida M. Marques	52
<i>Ensino de Química e jogos teatrais: uma pesquisa sobre a intencionalidade dos gestos</i> Chemistry teaching and theatrical games: a research on the intentionality of gestures Enseñanza de la Química y juegos teatrales: una investigación sobre la intencionalidad de los gestos Leonardo Maciel Moreira, Waldmir Nascimento de Araújo Neto & Gabriel Alves Pinto	73

Secção 2 - Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia
Section 2 - Practices in Science, Mathematics and Technology Education
Sección 2 - Prácticas en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología

89

Ensinar, aprender e divulgar ciência: do clube de ciências experimentais à criação de um centro de recursos

Teach, learn and science divulgation: from the experimental sciences club to the creation of a resource center

Enseñar, aprender y divulgar la ciencia: del club de ciencias experimentales a la creación de un centro de recursos

José Jorge Teixeira, Lígia Teixeira & Armando A. Soares

91

Eco-Sustainable Kids

Miúdos Eco-Sustentáveis

Niños Eco-Sostenibles

Maria Manuel Silva Azevedo

107

Árvores monumentais & seniores: um projeto de ciência cidadã

Monumental & senior trees: a citizen science project

Árboles monumentales y mayores: un proyecto de ciencia ciudadana

Raquel Lopes, Catarina Schreck Reis, Amadeu M.V.M. Soares & Paulo Renato Trincão

123

Exposições de imersão em jardins botânicos: potencialidades e desafios para a divulgação da biodiversidade

Immersion exhibitions in botanical gardens: potential and challenges for the communication of biodiversity

Exposiciones de inmersión en jardines botánicos: potencialidades y desafíos para la difusión de la biodiversidad

Maria Paula Correia de Souza & Martha Marandino

141

CreativeLab_Sci&Math | Estatísticas da frequência cardíaca

CreativeLab_Sci&Math | Heart rate statistics

CreativeLab_Sci&Math | Estadísticas de la frecuencia cardíaca

Bento Cavadas, Raquel Santos & Sara Sacramento

159

Secção 3 - Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia

Section 3 - Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education

Sección 3 - Relación entre la Investigación y la Práctica en la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología

175

Fase 1 | Phase 1

177

Investigação em educação e a formação do professor: compromissos para o desenvolvimento inclusivo e sustentável

Research in education and teacher training: commitments for sustainable development

Investigación en educación y formación de docentes: compromisos para el desarrollo sostenible

Frederico Alan de Oliveira Cruz

178

<i>Families as resources for the learning and teaching of mathematics</i> Famílias como recursos para a aprendizagem e o ensino da matemática Las familias como recursos para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas Marta Civil	186
 Fase 2 Phase 2	 194
<i>Conhecimento popular e comunidade escolar: elementos fundamentais para um ensino inclusivo</i> Popular knowledge and school community: fundamental elements for inclusive education Conocimiento popular y comunidad escolar: elementos fundamentales para la educación inclusiva Frederico Alan de Oliveira Cruz	195
<i>Teachers, teacher educators, and families working together towards a transformative equitable education</i> Professores, formadores de professores e famílias trabalhando em conjunto para uma educação equitativa transformadora Docentes, formadores de docentes y familias trabajando juntos para una educación transformadora y equitativa Marta Civil	198
 Secção 4 – Recensões Críticas Section 4 – Critical Reviews Sección 4 – Reseñas Críticas	 201
<hr/> <i>Recensão crítica de “Decolonialidades na Educação em Ciências”, 2019 de Monteiro, B.; Dutra, D.; Cassiani, S.; Sánchez e Oliveira, R. D.</i> Critical review of “Decolonialidades na Educação em Ciências”, 2019 by Monteiro, B.; Dutra, D.; Cassiani, S.; Sánchez e Oliveira, R. D. Reseña crítica de “Decolonialidades na Educação em Ciências”, 2019 de Monteiro, B.; Dutra, D.; Cassiani, S.; Sánchez e Oliveira, R. D. Sandra Escovedo Selles	203
<i>Recensão crítica do livro “A realidade não é o que parece: a natureza alucinante do universo” (2019) de Carlo Rovelli</i> Critical review of “A realidade não é o que parece: a natureza alucinante do universo” (2019) by Carlo Rovelli Reseña crítica del libro “A realidade não é o que parece: a natureza alucinante do universo” (2019) por Carlo Rovelli Manuel João Monte	206
<i>Recensión del libro “Perspectivas Educativas”</i> Critical review of the book “Educational Perspectives” Recensão crítica do livro “Perspectivas Educativas” Walter Federico Gadea	208
<i>Recensão crítica do livro “Enseñar química: De las sustancias a la reacción química” (2020) de Aureli Caamaño (coordinador)</i> Critical review of the book “Enseñar química: De las sustancias a la reacción química” (2020) by Aureli Caamaño (coordinator) Reseña crítica del libro “Enseñar química: De las sustancias a la reacción química” (2020) por Aureli Caamaño (coordinador) Fátima Paixão	210

<i>Secção 5 – Tem a palavra...</i>	
<i>Section 5 – Giving the floor...</i>	
<i>Sección 5 – Tiene la palabra...</i>	212
<hr/>	
<i>Tem a palavra...Rochele de Quadros Loguercio</i>	
Giving the floor... Rochele de Quadros Loguercio	
Tiene la palabra... Rochele de Quadros Loguercio	214
<i>Tem a palavra...Luís Azevedo Rodrigues</i>	
Giving the floor...Luís Azevedo Rodrigues	
Tiene la palabra... Luís Azevedo Rodrigues	218
<i>Tem a palavra...Raimundo Olfos</i>	
Giving the floor...Raimundo Olfos	
Tiene la palabra...Raimundo Olfos	221
<i>Tem a palavra...Marta Azevedo</i>	
Giving the floor...Marta Azevedo	
Tiene la palabra...Marta Azevedo	226

EDITORIAL

O nº 2 do volume 1 da **APEDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEDuC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education** é lançado neste mês de novembro em que se celebra a Ciência em Portugal e no mundo. Com efeito, no dia 24 celebra-se, em Portugal, o dia nacional da cultura científica, dia do nascimento de Rómulo de Carvalho, figura ímpar do Ensino das Ciências, da Cultura Científica e das Letras. Também a ONU assinala no dia 10 neste mesmo mês de novembro o dia mundial da Ciência para a Paz e o Desenvolvimento.

É um motivo de dupla celebração: a celebração da Ciência e a celebração de um novo número da **APEDuC Revista** dedicada à Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Hoje as Ciências, Matemática e Tecnologia são inseparáveis e são reconhecidas como importantes tanto para o desenvolvimento da humanidade como para a melhoria das condições de vida das pessoas. O contexto pandémico em que vivemos reforçou a perceção pública da sua importância.

Este mesmo contexto pandémico em que vivemos reforçou a importância da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia na medida em que tornou ainda mais evidente, em muitos países, as condições diferenciadas a que distintos setores da população têm acesso à Educação e tiram partido dela. Por esta razão, este número da **APEDuC Revista** dedica a sua secção 3 à educação inclusiva. De facto, uma Educação em Ciências, Matemática e

The second issue of volume 1 of **APEDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEDuC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education** is launched this November in which Science in Portugal and the world is celebrated. In fact, in Portugal, the national day of scientific culture is celebrated on the 24th, the day Romulo de Carvalho was born, a unique figure in the Teaching of Science of Scientific Culture and Humanities. Also, the UN marks on the 10th of November the World Science Day for Peace and Development.

It is a reason for a double celebration: the celebration of Science and the celebration of a new issue of the **APEDuC Journal** dedicated to Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education.

Today Science, Mathematics, and Technology are inseparable and are recognised as important for both the development of humanity and the improvement of people's living conditions. The pandemic context in which we are living has reinforced the public perception of their importance.

This same pandemic context has reinforced the importance of education in Science, Mathematics, and Technology in that it has highlighted, in many countries, the different conditions in which distinct sectors of the population have access to Education and take advantage of it. For this reason, this issue of **APEDuC Journal** dedicates its section 3 to inclusive education. In fact, inclusive Science,

Tecnologia inclusiva tornou-se um imperativo ético (hoje e sempre). E, por isso, a **APEduC Revista** procurou lançar o debate, recorrendo a modos, enfoques e visões diferenciados, sobre temas da investigação e a prática em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, enfatizando, assim, a necessidade de delinear uma agenda guiada pela e para a Educação inclusiva.

A **APEduC Revista** continua a dedicar a sua atenção à Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Continua a estar aberta ao mundo, ainda que dedique maior atenção às comunidades de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia em Portugal, Brasil, Espanha e outros países falantes de português ou espanhol. Em suma, reafirmamos a política editorial que foi apresentada no primeiro número da **APEduC Revista**: estamos recetivos a artigos que apresentem investigação sobre contextos educativos, formais ou não formais, em Ciências, Matemática e Tecnologia e a artigos que apresentem relatos fundamentados de práticas educativas, formais ou não formais, em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Neste segundo número da **APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education** destaca-se:

Na Secção 1, Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são publicados quatro artigos de autores do Brasil, Espanha e Portugal. Salienta-se a natureza interdisciplinar das investigações apresentadas e a preocupação em rasgar fronteiras.

No primeiro artigo descreve-se o desenho, construção e validação de um itinerário inclusivo para o ensino de frações (Matemática) para o 5º ano do Ensino Básico (alunos de 10-11 anos).

Mathematics, and Technology Education has become an ethical imperative. And for this reason, **APEduC Journal** has sought to launch the debate, using different ways, approaches, and visions, on themes of research and practice in Science, Mathematics and Technology Education, thus emphasising the need to outline an agenda guided by and for inclusive education.

APEduC Journal continues to devote its attention to Research and Practice in Science, Mathematics, and Technology Education. It continues to be open to the world, although it devotes more attention to Science, Mathematics, and Technology Education communities in Portugal, Brazil, Spain, and other Portuguese or Spanish speaking countries. In short, we reaffirm the editorial policy that was presented in the first issue of **APEduC Journal**: we are receptive to articles that present research on educational contexts, formal or non-formal, in Sciences, Mathematics and Technology and to articles that present substantiated reports of educational practices, formal or non-formal, in Sciences, Mathematics and Technology.

This second issue of **APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education** stands out:

In Section 1, Research in Science, Mathematics and Technology Education, four articles are published by authors from Brazil, Spain, and Portugal. The interdisciplinary nature of the research presented and the concern to tear down borders are highlighted.

The first paper describes the design, construction, and validation of an inclusive itinerary to teach fractions (Mathematics) for the 5th year (students with 10-11 years).

No segundo artigo analisa-se a prática pedagógica gamificada móvel inventiva, *MOBinvent*, enquanto estudo de caso para compreender o potencial pedagógico em espaços geográficos amplos e fora do alcance visual do professor.

No terceiro artigo estuda-se a satisfação de alunos de ciências naturais quando utilizam a aplicação EDUPARK, um jogo interativo ao ar livre com realidade aumentada.

No quarto e último artigo da Secção 1 analisa-se se os jogos teatrais podem auxiliar na explicitação dos modelos construídos por estudantes sobre o conceito de Equilíbrio Químico.

Na Secção 2, Relatos de Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são publicados cinco artigos de autores do Brasil e de Portugal. Salienta-se, mais uma vez, a natureza interdisciplinar das atividades desenvolvidas, a maioria delas em contextos educativos não formais.

No primeiro artigo, relata-se como se criou um Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM) que tem por finalidade promover a integração e a flexibilização curricular e o acesso a recursos experimentais.

No segundo artigo relata-se um projeto educativo no âmbito do qual foram realizadas atividades explorando conceitos relacionados com a Educação Ambiental com crianças portuguesas com idades compreendidas entre os 3 e 5 anos.

No terceiro artigo relata-se um projeto de ciência cidadã, em contexto de educação não formal, com o objetivo de despertar o gosto, conhecimento e comportamento face às árvores monumentais de Coimbra, centro de Portugal, envolvendo 59 pessoas seniores no contexto do envelhecimento ativo.

No quarto artigo são analisadas duas exposições de imersão em jardins botânicos no Brasil, tendo em conta a biodiversidade e

The second paper analyses the inventive mobile gamma pedagogical practice, *MOBinvent*, as a case study to understand the pedagogical potential in wide geographic spaces and out of the teacher's visual reach.

The third paper studies the satisfaction of natural science students when using EDUPARK, an interactive outdoor game with augmented reality.

In the fourth and last paper of Section 1, it is analysed whether theatrical games can help explain the models built by students on the concept of Chemical Equilibrium.

In Section 2, Reports of Practices in Science, Mathematics and Technology Education, five articles are published by authors from Brazil and Portugal. The interdisciplinary nature of the activities developed is highlighted once again, most of them in non-formal educational contexts.

In the first paper, it is reported how a Mobile Laboratory Activities Resource Centre (CRALM) was created to promote curricular integration and flexibility, and access to experimental resources.

The second paper reports on an educational project in which activities were carried out exploring concepts related to Environmental Education with Portuguese children aged between 3 and 5 years.

In the third paper, a citizen science project is reported, in the context of non-formal education, with the objective of awakening the pleasure, knowledge, and behaviour towards the enormous trees of Coimbra, centre of Portugal, involving 59 senior people in the context of active aging.

The fourth paper analyses two botanical garden immersion exhibitions in Brazil, considering biodiversity and conservation as

conservação, enquanto temas multidimensionais que surgem nas várias mídias, sob diferentes abordagens e níveis de complexidade.

No quinto e último artigo desta secção relata-se a implementação de uma atividade "CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca" num contexto interdisciplinar entre Biologia Humana e Saúde e Estatística e Probabilidades no contexto de um curso de licenciatura em Educação Básica em Portugal.

Na secção 3, articulação entre Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são colocados em diálogo um autor brasileiro a trabalhar no Brasil com uma autora espanhola a trabalhar nos USA, tendo como mote o objetivo 4 da Agenda 2030 (ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all). Estes dois autores oferecem-nos propostas desafiadoras com base na sua enorme experiência. A não perder!

Na secção 4 são apresentadas recensões de livros muito interessantes para se ler e para se estabelecer ligações com a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. **Na secção 5** é dada a palavra a protagonistas da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia de comunidades educativas de países de língua portuguesa ou espanhola.

A **APEduC Revista** continua a receber submissões para as Secções 1 e 2 e a merecer a confiança de todos os intervenientes, autores, revisores, membros do Conselho Editorial, editores e leitores. Muito obrigado a todos.

Convidamos toda a comunidade da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia a ler, apropriar-se e a divulgar a **APEduC Revista**.

multidimensional themes that arise in various media, under different approaches and levels of complexity.

In the fifth and last paper of this section, the implementation of an activity "CreativeLab_Sci&Math: Heart Rate Statistics" in an interdisciplinary context between Human Biology and Health and Statistics and Probabilities in the context of the, teacher education programme for students between 6 and 14 years in Portugal is reported.

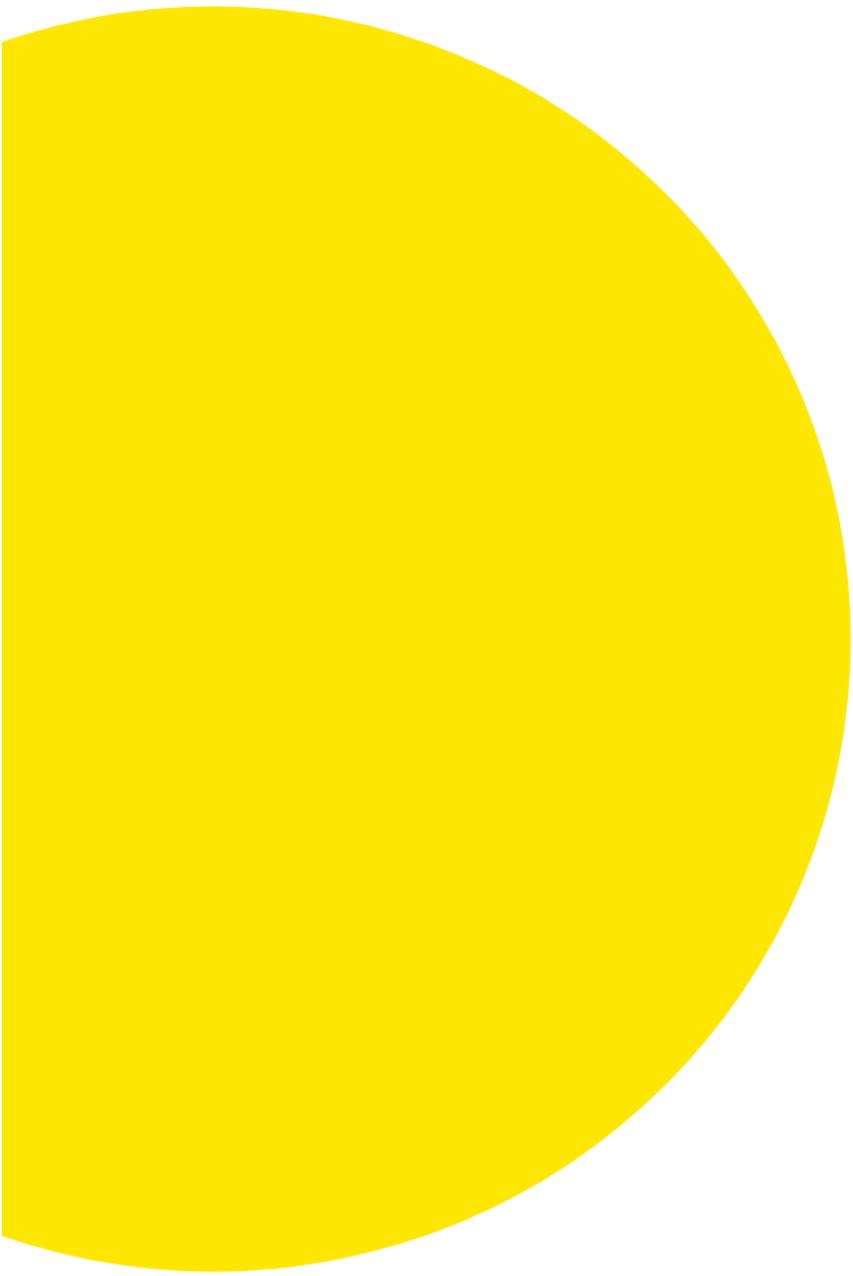
In section 3, articulation between Research and Practice in Science, Mathematics and Technology Education, a Brazilian author working in Brazil and a Spanish author working in the USA are put in dialogue, centred around goal 4 of Agenda 2030 (ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all). These two authors offer us challenging proposals based on their enormous experience. Not to be missed!

In section 4 reviews of interesting books are presented to establish links with Science, Mathematics and Technology Education. **In section 5**, we give the floor to the protagonists of Science, Mathematics, and Technology Education in the educational communities in Portuguese or Spanish speaking countries.

APEduC Journal continues to receive submissions for Sections 1 and 2 and to be trusted by all stakeholders, authors, reviewers, Editorial Board members, editors, and readers. Thank you all very much.

We invite the entire Science, Mathematics, and Technology Education community to read, appropriate, and disseminate the **APEduC Journal**.

J. Bernardino Lopes
Diretor | Editor



INVESTIGAÇÃO EM
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

S1

—

RESEARCH IN SCIENCE,
MATHEMATICS AND
TECHNOLOGY EDUCATION

S1

Nesta secção serão apresentados estudos empíricos ou teóricos em/sobre contextos formais ou não formais de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

In this section will be presented empirical or theoretical research in/about formal or non-formal contexts of Science, Mathematics and Technology Education.

En esta sección se presentarán estudios empíricos o teóricos en/acerca de contextos formales o no formales de Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.

**PROMOVIENDO LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA INCLUSIVA DESDE EL ENFOQUE DE
LOS ITINERARIOS DE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS: EL CASO DE LAS
FRACCIONES**

PROMOVENDO A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA ATRAVÉS DA ABORDAGEM DE
ITINERÁRIOS DE ENSINO DE MATEMÁTICA: O CASO DAS FRAÇÕES

PROMOTING INCLUSIVE MATHEMATICS EDUCATION FROM THE MATHEMATICS TEACHING
ITINERARIES APPROACH: THE CASE OF FRACTIONS

Ángel Alsina & Joan Franco

Universidad de Girona, España
angel.alsina@udg.edu

RESUMEN | Se describe el diseño, construcción y validación de un itinerario inclusivo de enseñanza de las fracciones para 5º de Educación Primaria (10-11 años), tanto para alumnado con dificultades de aprendizaje como con talento matemático. El itinerario, que se ha diseñado con base en el Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas (EIEM), ha sido validado por 7 expertos y 14 maestros y maestras en activo, que han valorado también la eficacia del itinerario para atender la diversidad. Por un lado, tanto los expertos como el profesorado han propuesto cambios sobre la correspondencia, la formulación y la pertinencia de las actividades del itinerario; por otro lado, el profesorado ha considerado que las actividades permiten atender la diversidad. Se concluye que esta herramienta contribuye a desarrollar la competencia matemática de todo el alumnado, partiendo de la base que para empoderar esta competencia se requiere diversificar los contextos de enseñanza-aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Educación matemática inclusiva, Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas, Fracciones, Prácticas de enseñanza, Educación Primaria.

RESUMO | Descreve-se o desenho, construção e validação de um itinerário inclusivo para o ensino de frações para o 5º ano do Ensino Básico (10-11 anos), tanto para alunos com dificuldades de aprendizagem como com talento matemático. O itinerário, que foi elaborado com base na Abordagem de Itinerários de Ensino de Matemática (EIEM, por sua sigla em espanhol), foi validado por 7 especialistas e 14 professores do Ensino Fundamental, que também avaliaram a eficácia do itinerário para atender à diversidade. Por um lado, tanto especialistas como professores propõem mudanças na correspondência, formulação e relevância das atividades do itinerário; por outro lado, os professores consideram que as atividades permitem abordar a diversidade. Conclui-se que esta ferramenta contribui para o desenvolvimento da competência matemática de todos os alunos, partindo do princípio que para potencializar esta competência é necessário diversificar os contextos de ensino-aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Educação matemática inclusiva, Abordagem dos Itinerários de Ensino de Matemática, Frações, Práticas de ensino, Ensino Básico.

ABSTRACT | The design, construction and validation of an inclusive teaching fractions itinerary for 5th grade of Primary Education (10-11 years) is described, both for students with learning difficulties and with mathematical talent. The itinerary, which has been designed based on the Mathematics Teaching Itineraries Approach (EIEM, by its acronym in Spanish), has been validated by 7 experts and 14 in-service Primary Education' teachers, who have also valued the effectiveness of the itinerary to attend to the diversity. On the one hand, both experts and in-service teachers have proposed changes in the correspondence, formulation and relevance of the itinerary activities; on the other hand, the teachers have considered that the activities allow addressing diversity. It is concluded that this tool contributes to developing the mathematical competence of all students, based on the basis that to empower this competence it is necessary to diversify the teaching-learning contexts.

KEYWORDS: Inclusive mathematics education, Mathematics Teaching Itineraries Approach, Fractions, Teaching practices, Primary Education.

1. INTRODUCCIÓN

Durante décadas, los sistemas educativos han basado la enseñanza de las matemáticas en la repetición y la práctica de ejercicios como principales estrategias. En este sentido, existen evidencias que ponen de manifiesto que la repetición no ayuda al alumnado a comprender los contenidos. En otras palabras, las prácticas docentes descontextualizadas y orientadas a la adquisición de técnicas y símbolos no favorecen el uso comprensivo y eficaz del conocimiento matemático en todas las situaciones en las que dichos conocimientos son necesarios, es decir, no promueven el desarrollo de la competencia matemática (Alsina, 2016). De acuerdo con este autor, la planificación y gestión de prácticas de enseñanza que fomenten el desarrollo de la competencia matemática implica diversificar los contextos, junto con promover la actividad heurística, plantear buenas preguntas, potenciar la interacción e incentivar la indagación y el aprendizaje autónomo de todo el alumnado.

A pesar de que el enfoque competencial está impregnando los currículos de los diversos países, en los que se preconiza que la enseñanza de los contenidos debe realizarse a través de los procesos matemáticos de resolución de problemas, razonamiento y prueba, comunicación, conexiones y representación (NCTM, 2003), un considerable número de docentes en activo siguen utilizando la repetición y la práctica como principales estrategias (Alsina, 2016). Una de las principales razones de este desequilibrio entre las directrices curriculares y la práctica docente es, probablemente, que durante años ha prevalecido la metodología mecanicista, caracterizada por la consideración de las matemáticas como un conjunto de reglas que son enseñadas y que deben ser aplicadas para resolver problemas similares a los ejemplos previos, descontextualizados. Dicho de otra manera, se tiende a la enseñanza tradicional, sin poner en un contexto cotidiano y realista los contenidos matemáticos y llegando a crear una dependencia de los libros de texto como único recurso (Alsina, 2010; Olmos y Alsina, 2010).

En la actualidad, sin embargo, nos encontramos ante una gran diversidad de alumnado con diferentes maneras de acceder e interpretar la información, diferentes formas de relacionarse con los demás y diferentes ritmos de aprendizaje. Considerando la educación inclusiva como marco interpretativo y de acción para el desarrollo de todo el alumnado, es necesario disponer de diferentes estrategias para dar respuesta a la diversidad (UNESCO, 2003). Desde este prisma, en este estudio se asume el Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas (Alsina, 2018, 2019, 2020), de ahora en adelante ELEM por su acrónimo en español, como estrategia didáctica para atender a la diversidad de todo el alumnado desde una perspectiva inclusiva. En concreto, se aplica este enfoque a la enseñanza de las fracciones, puesto que diversos autores señalan que se trata de un contenido matemático complejo que se aborda de forma muy limitada, dificultando la comprensión al alumnado (Butto Zarzar, 2013; González, 2015; Valdemoros, 2010; entre otros). En concreto, el objetivo del estudio consiste en diseñar y validar un itinerario de enseñanza de las fracciones a partir de los planteamientos del ELEM y analizar su efecto en la atención a la diversidad en el alumnado de 10-11 años.

2. REVISIÓN LITERARIA

De acuerdo con la finalidad del estudio, se hace una revisión de la literatura en tres ámbitos interrelacionados: la educación matemática inclusiva, el ELEM y el proceso de enseñanza-aprendizaje de las fracciones.

2.1 De la educación inclusiva a la educación matemática inclusiva

En España, La Declaración de Salamanca (UNESCO, 1994) fue un acto para la reafirmación del derecho a la educación de todas las personas desde una perspectiva inclusiva. En dicha Declaración se puso de manifiesto que cada niño es diferente, con sus intereses, capacidades y necesidades de aprendizaje, y que los sistemas educativos deben diseñar programas o itinerarios teniendo en cuenta las diferentes oportunidades de cada niño según sus características, afirmando que el alumnado con necesidades educativas especiales (NEE) debería tener acceso a la enseñanza ordinaria. Esta Declaración, conjuntamente con los Derechos Humanos, fue una piedra angular en el camino de la inclusión e integración en España, que sirvió para expandir una visión más global sobre la inclusión, focalizando la atención en todo el alumnado. Años después, la UNESCO, coincidiendo con la visión de Ainscow (2002), define la inclusión como el proceso que permite tener en cuenta la diversidad de las necesidades de todos los niños, jóvenes y adultos a través de una mayor participación en el aprendizaje y, de esta forma, reducir la exclusión de la enseñanza. De acuerdo con este organismo, esta forma de abordar la enseñanza entraña cambios y modificaciones de contenidos y estrategias en una visión global que abarca a todo el alumnado en edad escolar (UNESCO, 2003).

A pesar de estos avances, en el contexto de la enseñanza de las matemáticas existen todavía algunas creencias muy arraigadas que pueden ser un obstáculo para promover un enfoque inclusivo: por un lado, como se ha indicado, una cantidad considerable de profesorado de Educación Primaria en activo sigue basando la enseñanza en la repetición y práctica de ejercicios como principales estrategias didácticas (Alsina, 2016); y, por otro lado, existe una negación de las dimensiones cultural y social de la educación matemática, lo que conlleva que el conocimiento matemático se siga entendiendo como una tecnología neutra en manos de unos cuantos, de difícil acceso para todo el mundo, que no deja espacio al pensamiento divergente, a las alternativas de interpretación ni al reconocimiento de las diferencias (Alsina y Planas, 2008). Estos dos autores preconizan que, para facilitar la implicación de todas las personas y permitir que puedan relacionarse bajo principios de respeto e igualdad, el pensamiento memorístico, la abstracción, la rutina y la homogeneización tienen que dosificarse y pasar a un segundo plano. En este sentido, consideran que, en lugar de plantear una enseñanza mecanicista de las matemáticas, es necesario formar ciudadanos que descubran por sí mismos las ideas matemáticas a través de buenas prácticas, más que transmitirles un conocimiento matemático ya construido. Para ello, apuestan por enseñar matemáticas a través del pensamiento crítico, el juego y la manipulación.

Desde la perspectiva de la educación matemática inclusiva, pues, destaca el cambio de enfoques basados exclusivamente en la instrucción directa (Boghossian, 2006) por enfoques basados en el aprendizaje por indagación del alumnado, con un apoyo subsidiario del profesorado (Artigue y Blomhøj, 2013; Bature, Atweh y Treagust, 2016). En este estudio se asume uno de estos enfoques, que defiende la combinación de momentos de indagación con explicaciones por parte del profesor: el EIEM (Alsina, 2018, 2019, 2020), que se describe en el próximo apartado.

2.2 El Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas

Este enfoque pretende ser una herramienta para ayudar al profesorado a desarrollar la competencia matemática del alumnado, partiendo de la base de que para empoderar esta competencia se requiere diversificar los contextos de enseñanza-aprendizaje. Se fundamenta en

tres pilares interrelacionados: a) la Perspectiva Sociocultural del Aprendizaje Humano (Vygotsky, 1978), que concibe la educación como un fenómeno social y cultural que se basa en el lenguaje y en la interacción como herramientas fundamentales para promover el aprendizaje; b) el Modelo Realista de Formación del Profesorado (Korthagen, 2001), que considera que el profesorado debería conocer muchas maneras de actuar y ejercitarlas en la práctica, es decir, debería disponer de criterios para saber cuándo, qué y por qué algo es conveniente y reflexionar sobre ello sistemáticamente; y c) y la Educación Matemática Realista (Freudenthal, 1991), que impulsa el uso de situaciones de la vida cotidiana o problemas contextualizados como punto de partida para aprender matemáticas. Progresivamente, estas situaciones son matematizadas a través de modelos, mediadores entre lo abstracto y lo concreto, para formar relaciones más formales y estructuras abstractas. El EIEM, pues, se aleja de una visión de la enseñanza de las matemáticas basada en la repetición y la práctica de ejercicios que presentan los libros de texto como principales estrategias para “aprender” matemáticas, y en su lugar, plantea que es necesario fomentar la comprensión más que la mera memorización, la actividad heurística más que la pura ejercitación, o el pensamiento matemático crítico más que la simple repetición (Alsina, 2019). Desde este prisma, plantea la enseñanza de las ideas matemáticas a través de itinerarios, entendiendo por “itinerario” una secuencia de enseñanza intencionada que contempla tres niveles: 1) contextos informales, que permiten visualizar las ideas matemáticas de manera concreta (situaciones de vida cotidiana, materiales manipulativos y juegos); 2) contextos intermedios, que a través de la exploración y la reflexión conducen a la esquematización y generalización progresiva del conocimiento matemático (recursos literarios y tecnológicos); y 3) contextos formales, en los que se trabaja la representación y formalización del conocimiento matemático con procedimientos y notaciones convencionales para completar de esta forma el aprendizaje desde lo concreto hasta lo simbólico (recursos gráficos).

Más adelante, con el propósito de ofrecer algunas orientaciones para aplicar el EIEM en el aula, Alsina (2020) plantea diversas recomendaciones: 1) planificar y gestionar la enseñanza de los contenidos a través de los procesos matemáticos, es decir, promover una enseñanza que implique pensar y hacer, más que memorizar definiciones y procedimientos; 2) promover prácticas de enseñanza-aprendizaje que consideren tanto al alumnado como al profesorado, en las que haya espacio tanto para que el alumnado indague y construya su conocimiento, como para que el profesorado explique de forma directa un conocimiento matemático; 3) considerar contextos reales, intermedios y formales, con distinto protagonismo en función del nivel escolar; 4) garantizar el principio de abstracción progresiva, desde lo concreto hacia lo abstracto, de manera que, a lo largo de un itinerario, se considere la visualización, la manipulación, la simbolización y la abstracción; y 5) disponer de criterios objetivos para la selección de los contextos de enseñanza de las matemáticas, a partir de distintas herramientas.

2.3 El proceso de enseñanza-aprendizaje de las fracciones

El concepto de fracción engloba diferentes significados: relación parte-todo, fracción como razón (relación parte-parte, operador, cociente de dos números), fracción como reparto equitativo, fracción como división y la fracción como un punto de la recta numérica, siendo la interpretación parte-todo el origen de las demás (Llinares y Sánchez, 1997). De acuerdo con Perera y Valdemoros (2007), las personas utilizamos espontáneamente expresiones donde aparece el significado de fracción, p. ej., “medio litro”; “mediodía”; etc. Estos ejemplos bastan para ilustrar lo interiorizado que tenemos en nuestro vocabulario las fracciones; sin embargo,

para estos autores, esto no significa que sea un contenido fácil de aprender, sino que es uno de los contenidos que presentan mayores dificultades, fundamentalmente en los primeros niveles de Educación Primaria.

Existen diversos factores que contribuyen a estas dificultades. Vergnaud (1990), p. ej., indica que, en el contenido de las fracciones, se hace referencia a un conjunto de situaciones tan limitado que dificulta la comprensión al alumnado. Streefland (1991, 1993) afirma que las problemáticas se centran en no considerar la complejidad de las fracciones en la evolución del aprendizaje junto con la aproximación mecanicista, alejándose de la realidad y utilizando normas rígidas. En una línea parecida, Valdemoros (2010) señala la dependencia de los libros de texto, que presentan escasas situaciones y, si se dan, son muy mecanizadas. González (2015) también hace alusión a la falta de un contexto cotidiano y realista que, junto con la excesiva semántica, obstaculizan la comprensión. Para subsanar estas dificultades, en un trabajo de los años sesenta del S.XX, M. Goutard (citada por Sánchez, 2001, pp. 89-90) afirmó ya que:

Las fracciones no son algo que hay que saber, sino algo que hay que comprender, y no es posible comprenderlas antes de tener una suficiente experiencia con ellas... la clave del éxito en la iniciación al estudio de las fracciones es la variedad, el cambio, la diversidad de puntos de vista.

En este sentido, Butto Zarzar (2013) indica también que el aprendizaje del concepto de fracción no se puede basar solo en definiciones, sino que es necesario ofrecer diversas situaciones en las que se puedan descubrir diversas relaciones (Vergnaud, 1990). Streefland (1991, 1993) señala también la necesidad de fomentar el aprendizaje de las fracciones a partir del planteamiento de modelos apoyados en situaciones reales y materiales concretos sencillos y cargados de sentido para el alumnado.

Considerando estos antecedentes, en este estudio nos planteamos los siguientes objetivos: 1) diseñar un itinerario de enseñanza de las fracciones a partir de los planteamientos del EIEM; 2) validar el itinerario a partir del criterio de expertos en educación matemática y de maestros y maestras en activo; 3) analizar la adecuación del itinerario para atender la diversidad, a partir de la opinión de los maestros y maestras en activo.

3. METODOLOGÍA

Para el diseño, construcción y validación del itinerario de enseñanza de las fracciones se consideraron dos fases: 1) la construcción de la versión piloto del itinerario; y 2) la validación a través del juicio de expertos y de profesorado en activo de Educación Primaria.

3.1 Construcción de la versión piloto del itinerario de enseñanza de las fracciones

En primer lugar, con base en la revisión literaria, se determinaron las finalidades y los contenidos de aprendizaje que se indican en la Tabla 1.

Tabla 1- Finalidades y progresión del aprendizaje del itinerario de enseñanza de las fracciones

Finalidades	Contenidos
Identificar y reconocer fracciones (propias, impropias y equivalentes)	Identificación, descripción y análisis de fracciones (Propias, impropias, equivalentes) presentes en diferentes contextos.
Comparar y ordenar fracciones de diferente denominador.	Fracciones en diferentes contextos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo una fracción como una parte de una unidad.
Entender la fracción como una parte de una unidad.	Lectura y representación de fracciones.
Interpretar y representar fracciones.	

Seguidamente, se recogieron numerosos ejemplos de recursos cotidianos, manipulativos, lúdicos, literarios, tecnológicos y gráficos para elaborar las actividades de cada nivel del itinerario a partir de los planteamientos del ELEM (Alsina, 2019). En concreto, se diseñaron seis actividades correspondientes a los contextos informales (dos recursos cotidianos, dos manipulativos y dos juegos); dos de contextos intermedios (un recurso literario y otro tecnológico); y una de contextos formales (un recurso gráfico). En todos los casos, la estructura era la misma: descripción; objetivos; contenidos; materiales necesarios; experiencia; y preguntas de desarrollo.

3.2 Validación a través del juicio de expertos y de profesorado en activo

La versión piloto se sometió, en primer lugar, a la evaluación de siete expertos del grupo “Pensamiento Numérico y Algebraico” de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM), que fueron codificados como validadores (V1, V2, V3...). Se entregó a cada validador un documento con: a) la propuesta de itinerario; b) una pauta de validación para valorar las actividades en relación al grado de correspondencia, la formulación y la pertinencia.

Los expertos aportaron comentarios sobre la correspondencia y la pertinencia. Para analizar dichos comentarios, se usó el Método de Comparaciones Constantes de la Teoría Fundamentada (Strauss y Corbin, 1990): se realizó una saturación de datos para eliminar información repetida, se establecieron categorías y se seleccionaron evidencias para cada categoría, es decir, comentarios representativos y auténticos de los validadores. A partir de este procedimiento, se obtuvieron las siguientes categorías:

- *Omisión de conocimientos*: incorporación de nuevos contenidos referentes a las fracciones (p. ej.: V4 “Echo en falta otros significados de la fracción”). Se incorporaron las fracciones mayores que la unidad.
- *Secuencia de las actividades*: mejoras en el orden de las actividades diseñadas (p. ej.: V1 “El itinerario es adecuado, aunque veo un salto bastante grande entre las primeras situaciones y las tareas más formales. ¿Sería pertinente una transición?”). Se modificaron las actividades del nivel intermedio, principalmente, para suavizar la transición de los contextos informales a los formales.
- *Recursos propuestos*: sustitución o incorporación de nuevos recursos (p. ej.: V1 “Dudo de la pertinencia del uso de la plastilina al ser un material moldeable”). Se eliminó la plastilina y se incorporaron piezas de Lego.
- *Gestión de las actividades*: cambios en la forma de llevar a cabo las actividades, como considerar los conocimientos previos o ampliar las preguntas planteadas (p. ej.: V2 “Se debería partir de los conocimientos previos”). Se ampliaron ambos aspectos.

Una vez realizadas las modificaciones, el itinerario de enseñanza de las fracciones se envió a catorce maestros y maestras de Educación Primaria en activo (codificados como M1, M2, M3...), que revisaron la nueva versión del itinerario siguiendo las mismas directrices que los expertos. Siguiendo el mismo procedimiento de análisis, se obtuvieron las siguientes categorías:

- *Estructura de las actividades*: cambios respecto a alguna de las partes de cada actividad, es decir, la descripción, objetivos, contenidos, materiales necesarios, experiencia y/o preguntas de desarrollo (p. ej.: M13 “Los objetivos son correctos, pero alguno podría ser más claro y específico”). Se concretaron mejor los objetivos y las consignas de las actividades.
- *Secuencia de las actividades*: mejoras en el orden de las actividades diseñadas (p. ej.: M5 “¿Es necesario cambiar tan deprisa de recurso manipulativo?, ¿No sería mejor aprovechar la familiaridad con un manipulativo para sacarle el máximo provecho?). De nuevo, se revisaron las actividades del nivel intermedio, principalmente, para suavizar la transición de los contextos informales a los formales.
- *Recursos propuestos*: aclaraciones sobre alguno de los materiales propuestos (p. ej.: M7 “Faltaría determinar a qué franja de tiempo corresponde cada regleta”). Se especificaron los aspectos indicados por el profesorado en la versión definitiva del itinerario.
- *Gestión de las actividades*: nuevos cambios en la forma de llevar a cabo las actividades, como incentivar la interacción y el intercambio de ideas (p. ej.: M11 “Los alumnos podrían hacerse preguntas entre ellos. El reto de pensar una buena pregunta puede ser más productivo que contestarla; o sea que, para plantear una pregunta, tienen que tener muy claros los conceptos”). Se incluyó en las propuestas un tiempo inicial de experimentación y de diálogo para que el alumnado comunique sus conocimientos previos.
- *Formulación*: sustitución o modificación de algunos términos usados en el itinerario (p. ej.: M1 “Se podría cambiar la palabra “extranjeros” para que los niños no se sientan discriminados”). Se cambiaron los términos indicados.
- *Atención a la diversidad*: explicación más detallada sobre la forma de atender las diferencias individuales (p. ej.: M5 “Falta concretar en qué forma atenderíamos a los alumnos y alumnas con dificultades o con altas capacidades”). Se detalló cómo se atiende la diversidad y cómo se organiza el alumnado.

Finalmente, se solicitó también al profesorado si consideraban que las actividades del itinerario atendían a la diversidad. En concreto, debían valorar, a partir de dos escalas *Likert* de 1 (nada) a 5 (mucho), la utilidad de cada actividad para atender a alumnado con dificultades de aprendizaje de las matemáticas y con talento matemático respectivamente.

4. RESULTADOS

Se presenta la versión final del itinerario inclusivo de enseñanza de las fracciones para 5º de Educación Primaria (10-11 años), junto con el análisis de las opiniones del profesorado acerca del grado de adecuación de las actividades que conforman el itinerario para atender la diversidad.

4.1 Itinerario inclusivo de enseñanza de las fracciones para 5º de Educación Primaria (10-11 años)

El itinerario definitivo que se presenta en la Tablas 2 a 6 consta, al igual que la versión piloto, de nueve actividades y recoge todos los cambios introducidos a partir de la validación realizada.

Tabla 2- Nivel 1: contextos informales/situaciones de vida cotidiana (SVC)

Estructura	
SVC I	<p>Descripción: Descubrir fracciones presentes en situaciones de la vida cotidiana, con la finalidad de identificar la fracción como parte de una unidad (la clase).</p> <p>Objetivos: Reconocer la fracción como parte de una unidad; utilizar los números fraccionarios para interpretar información en contextos de la vida cotidiana; identificar las fracciones equivalentes mediante agrupaciones; resolver problemas de la vida cotidiana.</p> <p>Contenidos: Concepto de fracción como relación entre las partes y el todo; uso y comprensión de las fracciones en contextos de la vida cotidiana; fracciones equivalentes.</p> <p>Materiales necesarios: Piezas de lego iguales, Papel continuo para la reflexión final, rotuladores.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Experiencia: Realizar un diálogo para que el alumnado pueda expresar qué creen que son las fracciones. En grupos de 4 alumnos/as, presentar el material y dejar un tiempo para la experimentación libre. A continuación, invitar al alumnado a analizar el problema presentado (indagación para extraer diferentes fracciones), guiando el análisis, a través de buenas preguntas, hacia la identificación de la fracción como parte de una unidad. Orientar al alumnado a manipular las piezas de lego para identificar la fracción. Una vez identificada la fracción, guiar al concepto de fracción equivalente mediante agrupaciones: 24 alumnos, 16 son de Girona (16/24). En esta situación, sugerir formar dos grupos idénticos: 8/12 y 8/12. Acompañarlo de representaciones gráficas y plasmar los resultados en el papel continuo.</p> <p>Preguntas de desarrollo: ¿Cuántos niños hay respecto del total de alumnado de la clase?, ¿cuántas niñas hay respecto del total de la clase? ¿Cuál es la fracción de alumnado con los ojos azules?, ¿y la de alumnado con ojos marrones? Si nos hacemos la misma pregunta pensando en todo el alumnado de la escuela, ¿cuál es la fracción del alumnado de la clase respecto del total del colegio?, ¿podemos reducir la fracción?</p>
SVC II	<p>Descripción: Descubrir las fracciones en relación al tiempo dedicado a cada actividad, con la finalidad de identificar la fracción como parte de un conjunto.</p> <p>Objetivos: Reconocer la fracción como parte de una unidad; utilizar los números fraccionarios para interpretar información en contextos de la vida cotidiana; identificar las fracciones equivalentes; resolver problemas de la vida cotidiana mediante fracciones.</p> <p>Contenidos: Concepto de fracción como relación entre las partes y el todo; uso y comprensión de las fracciones en contextos de la vida cotidiana; unidades de medida del tiempo y su relación con las fracciones.</p> <p>Materiales necesarios: Cuadro-resumen para apuntar el tiempo dedicado a cada actividad (ver cuadro-resumen), más piezas de lego iguales y papel continuo (ver vida cotidiana I).</p>

Actividad	Tiempo dedicado
Desayunar	
Aseo personal (ducha, lavarse los dientes, etc.)	
Escuela	
Comida	
Tiempo libre	
Actividad extraescolar	
Deberes	
Cenar	
Dormir	
Total tiempo	24 horas

Cuadro-resumen

Experiencia: En grupos de 4 alumnos/as, presentar de nuevo las piezas de lego como soporte visual para representar fracciones y establecer la correspondencia entre una pieza de lego y el tiempo de una actividad (p. ej., una pieza equivale a 30 minutos y el color determina el tipo de actividad). El maestro o maestra realiza un ejemplo a partir de sus actividades.

Invitar al alumnado a analizar el problema presentado, guiando el análisis hacia la identificación del tiempo dedicado a cada actividad en relación a 24 horas, a través de buenas preguntas.

Representar el tiempo de cada actividad en forma de fracción y plasmar los resultados en el papel continuo.

Preguntas de desarrollo: ¿Cuántas horas tiene un día?

¿Cuánto tiempo consideráis que puede representar una pieza de lego?, ¿cuál sería la mejor opción?

¿Cuánto tiempo dedicamos a cada actividad durante un día?, ¿qué fracción corresponde al tiempo que estamos en la escuela respecto el total del día?, ¿y el tiempo libre? Si juntamos el resultado de cada alumno/a, ¿qué fracción de tiempo dedica la clase? Si 6 alumnos/as hacen un total de 8 h diarias de deporte, ¿cuál es la fracción correspondiente?

Fomentar, a través de un diálogo conjunto, el análisis del problema resuelto.

Tabla 3- Nivel 1: contextos informales/recursos manipulativos (RM)

Estructura

Descripción: Manipular las regletas con la finalidad de identificar la representación gráfica de cada actividad con su fracción algebraica correspondiente, y comparar el resultado con los compañeros de su grupo y ordenar de mayor a menor según el tiempo dedicado.

Objetivos: Representar gráficamente las fracciones; reconocer la relación entre fracciones (comparación y ordenación).

Contenidos: Comparación y ordenación de fracciones con el mismo denominador; la fracción y su representación gráfica.

Materiales necesarios: Regletas Cuisenaire, más cuadro resumen del tiempo dedicado a cada actividad (situaciones de vida cotidiana II)

RM I



Experiencia: En grupos de 4 alumnos/as presentar las regletas y, como en la actividad anterior, establecer la correspondencia entre el valor de una regleta y el tiempo que representa.

Invitar al alumnado a analizar el problema presentado, guiando el análisis hacia la representación gráfica y la comparación del tiempo fraccionario de cada alumno, a través de buenas preguntas.

Observar la manipulación de objetos, con el fin de analizar la identificación y representación de los números fraccionarios.

Preguntas de desarrollo: ¿Cuál es la representación gráfica en forma de fracción del tiempo dedicado a vuestras actividades?

¿A cuánto tiempo equivale la “Regleta de 1”?, ¿y la “Regleta de 3”?

¿Dedicáis el mismo tiempo que los compañeros de vuestro grupo a realizar las distintas actividades?, ¿quién dedica más tiempo a las actividades extraescolares?, ¿quién dedica menos tiempo al aseo personal?

Si ordenamos las fracciones según el tiempo dedicado, ¿cuál será la fracción más grande?, ¿y la más pequeña?

Descripción: A partir de la manipulación de recipientes de distinta capacidad, descubrir e identificar fracciones impropias, equivalentes, sumas de fracciones y desigualdades.

Objetivos: Buscar fracciones equivalentes; comparar fracciones; identificar fracciones impropias; identificar la relación entre el volumen y su fracción; estimación de fracciones.

Contenidos: Fracciones impropias; suma y comparación de fracciones.

Materiales necesarios: Jarra de agua de 5l por grupo, 4 botes por grupo teniendo en cuenta que las medidas deben ser reales, es decir, dentro del recipiente tiene que haber 2l. Además, se puede disponer de los mismos botes, pero con otras divisiones: p. ej., 1/6, 1/3, 1/2, etc. Cabe destacar que el recipiente tiene que ser liso.



RM II

Experiencia: - En grupos de 4 alumnos/as, presentar el material necesario y dejar un tiempo para la experimentación libre.

En primer lugar, enseñar un bote con las divisiones, pero sin el número, para que identifiquen a qué fracción corresponde.

Invitar al alumnado a analizar el problema presentado, guiando el análisis hacia la identificación de las fracciones impropias, a través de buenas preguntas. A partir de la representación, llegar a la conclusión que: $10/4 = 2 + 2/4$

Experimentar con otras divisiones y volúmenes y terminar con un diálogo para reafirmar el aprendizaje.

Preguntas de desarrollo: ¿Cuál es la fracción correspondiente a una sola división? (enseñando el bote)

¿Cuántos cuartos hemos llenado cuando llenamos los diferentes botes de vidrio con el agua? Podemos decir que $10/4$ es lo mismo que dos botes y dos cuartos? ¿por qué?

¿Qué pasa si tenemos un bote con sólo dos divisiones?; ¿qué equivalencias de fracciones podemos obtener manipulando diferentes botes con otras divisiones?

¿Hay fracciones que no sean equivalentes? ¿Cuáles son?

Tabla 4- Nivel 1: contextos informales/recursos lúdicos (RL)

Estructura

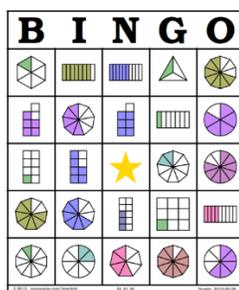
Descripción: Reforzar el concepto de fracción propia e impropia y de fracción equivalente, a partir del juego del Bingo.

Objetivos: Identificar fracciones con su representación gráfica a partir del modelo de área; identificar fracciones equivalentes a través del juego; reconocer fracciones propias e impropias.

Contenidos: Reconocimiento de fracciones equivalentes.

Materiales necesarios: Bingo de fracciones, cartones de bingo, gomets.

RL I



Experiencia: En parejas heterogéneas presentar el material necesario (en el caso de alumnado más avanzado, se puede utilizar un bingo sin marcar las separaciones en las representaciones visuales). Explicar las reglas del juego e invitar al alumnado a jugar: en la primera partida, la pareja jugará con un solo cartón. La segunda vez, cada alumno/a tendrá su propio cartón y jugará sólo. Observar si son capaces de identificar las fracciones equivalentes.

Preguntas de desarrollo: Empezamos, la fracción $5/8$, ¿alguien la tiene? Seguimos...

Descripción: Descubrir fracciones equivalentes, propias e impropias a partir del dominó con la finalidad de identificar y relacionar la representación gráfica con la algebraica.

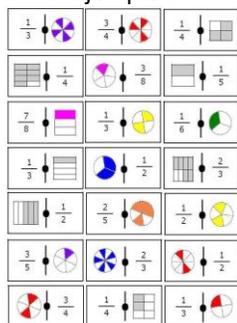
Objetivos: Comparar fracciones con distinto numerador y denominador; descubrir las fracciones impropias; Identificar fracciones equivalentes a partir de diferentes presentaciones de la fracción.

Contenidos: Comparación de fracciones con distinto denominador; reconocimiento de fracciones equivalentes; fracciones impropias.

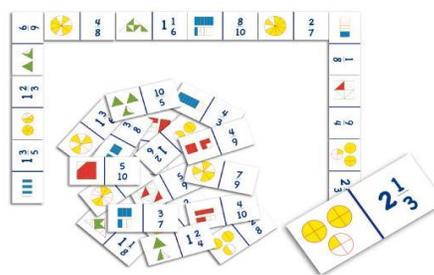
Materiales necesarios: Dominó de fracciones (1 por grupo).

RL II

Ejemplo 1



Ejemplo 2



Experiencia: En grupos de 4 alumnos/as, presentar el material necesario (en el caso de alumnos más avanzados, se puede utilizar un dominó sin marcar las separaciones en las representaciones visuales). Explicar las reglas del juego y buscar las fracciones equivalentes y fracciones propias e impropias. Invitar al alumnado a jugar y observar si son capaces de identificar las fracciones equivalentes.

Preguntas de desarrollo: ¿Quién empezará a jugar?; ¿qué condición se debe cumplir para poder colocar una pieza del dominó?

Tabla 5- Nivel 2: contextos intermedios/recursos literarios y tecnológicos (RLT)

Estructura

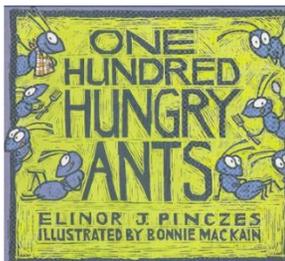
RLT I

Descripción: Descubrir, a partir del cuento “One hundred hungry ants” de Elinor J. Pinczes, la relación entre la descomposición del 100 y las fracciones que podemos obtener.

Objetivos: Obtener fracciones a partir de distintas representaciones de una misma cantidad de elementos; entender las fracciones a partir de una situación concreta; reducir las fracciones.

Contenidos: La fracción como parte de un conjunto; fracciones reducidas a la mínima unidad.

Materiales necesarios: Cuento, hojas de papel y lápiz.



Experiencia: Presentar el cuento al alumnado y leerlo conjuntamente.

En parejas heterogéneas, presentar el material necesario que se va a usar como soporte visual (dibujo) para representar fracciones.

Provocar un diálogo, a partir de buenas preguntas, para descubrir la relación del cuento con las fracciones. Buscar la fracción mínima equivalente.

Preguntas de desarrollo: ¿Qué sucede cuando las 100 hormigas se separan en dos grupos?, ¿Qué fracción podemos obtener?; ¿qué patrón siguen las hormigas cuando se van dividiendo?, ¿cómo podemos representar la relación a partir de una suma o resta de fracciones?

¿Cómo podemos representar gráficamente las diferentes divisiones de las hormigas?

Descripción: A partir de la manipulación del Diagrama de Freudenthal en versión *online*, descubrir e identificar fracciones equivalentes, sumas de fracciones y desigualdades.

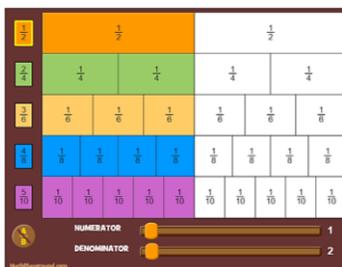
Objetivos: Buscar estrategias para demostrar igualdades y desigualdades con sumas y restas de fracciones, empleando el Diagrama de Freudenthal; comparar fracciones; establecer relaciones entre fracciones y expresarlas por medio de operaciones con fracciones; realizar estimaciones de fracciones.

Contenidos: Ordenar y comparar fracciones; fracciones equivalentes; suma de fracciones.

Materiales necesarios: Diagrama de Freudenthal

(https://www.mathplayground.com/Fraction_bars.html)

RLT II



Experiencia: En parejas heterogéneas, presentar el material necesario y dejar un tiempo para la experimentación libre.

Invitar al alumnado a analizar el problema presentado, guiando el análisis hacia la suma de fracciones y la identificación de fracciones equivalentes, a través de buenas preguntas.

Preguntas de desarrollo: ¿Qué combinación de fracciones podemos obtener de la fracción $\frac{3}{4}$?; ¿qué equivalencias de fracciones podemos obtener a partir de ellas?; ¿hay fracciones que no sean equivalentes? ¿Cuáles son?

Tabla 6- Nivel 3: contextos formales/recursos gráficos (RG)

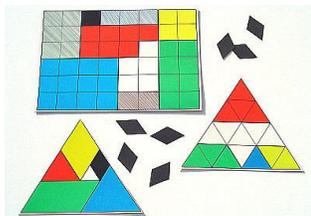
Estructura

Descripción: Observar los cartones proporcionados por el docente y analizarlos profundamente con la finalidad de provocar el diálogo entre el alumnado, primero en parejas y posteriormente en gran grupo.

Objetivos: Dialogar sobre qué parte de una determinada figura o del total representa una figura más pequeña; fortalecer el concepto de fracción como parte de una unidad.

Contenidos: Concepto de fracción como relación entre las partes y el todo; comparación de fracciones.

Materiales necesarios: Cartones con configuraciones de figuras planas de diferentes medidas y colores.



RG I

Experiencia: Presentar la actividad en gran grupo para posteriormente organizarse en parejas heterogéneas. Explicar las consignas de la actividad y hacer un ejemplo en gran grupo. En primer lugar, identificar las fracciones que podemos obtener del triángulo con las divisiones; posteriormente, pasar al triángulo sin divisiones.

Seguidamente, coger el rectángulo y proceder de la misma forma que con el triángulo. Es necesario saber que lo importante de esta actividad es la correcta identificación de las fracciones y no la rapidez o cantidad de estas.

Contestar a una serie de preguntas por parejas.

Al terminar las preguntas del maestro/a, se deja un tiempo para que cada integrante de la pareja piense preguntas para que su compañero las resuelva.

Reflexionar, en gran grupo, sobre las respuestas a las preguntas. Provocar el diálogo.

Preguntas de desarrollo:

Si miramos la figura azul del primer cartón, ¿cuál es la fracción respecto al total?

Ahora, si observamos la figura roja, ¿cuál sería la fracción respecto a la figura azul? ¿y en relación al total?

Si observamos el triángulo, ¿qué color tiene la fracción más alta? ¿por qué?

4.2 Análisis del grado de adecuación de las actividades para atender la diversidad del alumnado

En el Gráfico 1 se presentan los datos correspondientes a las opiniones del profesorado acerca de la adecuación del itinerario para atender las dificultades de aprendizaje. Los datos se presentan agrupados en una escala numérica con cinco categorías: de (1) “no atiende a las dificultades de aprendizaje” a (5) “se adecua al alumnado con más problemas de aprendizaje”.

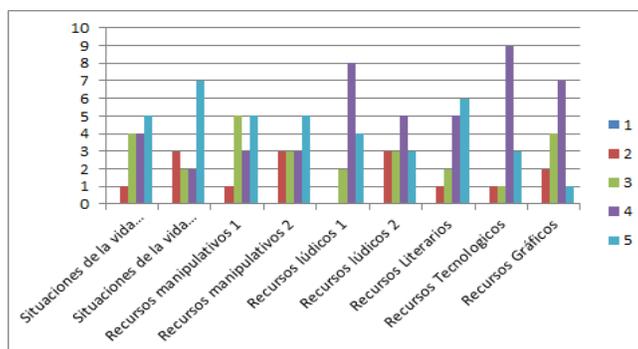


Gráfico 1 - Dificultades de aprendizaje.

En el Gráfico 1 se observa que la opinión mayoritaria del profesorado es que las actividades del itinerario son pertinentes para entender el concepto de fracción y su función, ya que la tendencia de las puntuaciones está en la franja alta (3 o mayor que 3).

Un análisis más detallado, sin embargo, permite matizar que algunas actividades generan alguna discrepancia, como “Recursos Manipulativos 2” y “Recursos Lúdicos 2”, puesto que si bien la mayoría piensa que son adecuadas (8 maestros), aumenta el número que no las consideran apropiadas (3 maestros) y algunos no se decantan hacia un lado u otro (3 maestros). Otro dato representativo es la alta valoración de los recursos tecnológicos (12 maestros), lo cual evidencia la buena consideración que la mayoría de maestros y maestras tienen sobre la tecnología.

Finalmente, en el Gráfico 2 se presentan los datos correspondientes a las opiniones del profesorado acerca de la adecuación del itinerario para atender al alumnado con talento matemático. Como en el Gráfico 1, los datos se presentan agrupados en una escala numérica con 5 categorías: de (1) “no atiende al talento matemático” a (5) “se adecua al alumnado con talento matemático”.

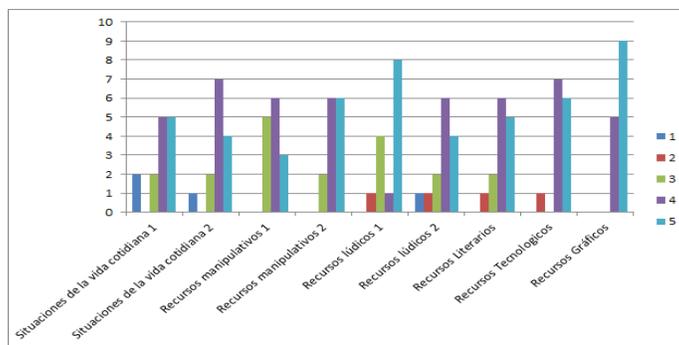


Gráfico 2 - Opiniones acerca del talento matemático.

En el Gráfico 2 se observa que la mayoría del profesorado coincide en que las actividades del itinerario son adecuadas también para el alumnado con talento matemático, si bien algunos opinan que las situaciones de la vida cotidiana, específicamente, no fomentan de la misma manera el aprendizaje de este alumnado en concreto (cuatro maestros/as han dado puntuaciones iguales o más bajas de 3). Asimismo, todos coinciden en que la actividad de recursos gráficos es

muy adecuada, lo que evidencia que el profesorado asume que las actividades que conducen más a la formalización son especialmente adecuadas para atender el talento matemático.

5. CONSIDERACIONES FINALES

En este estudio se ha presentado el diseño, construcción y validación de un itinerario inclusivo de enseñanza de las fracciones para alumnado de 5º de Educación Primaria (10-11 años) a partir de los planteamientos del ELEM (Alsina, 2018, 2019, 2020), y se han analizado las valoraciones del profesorado acerca de su adecuación para atender la diversidad.

Como se ha indicado, a través de este itinerario se pretende fomentar la comprensión de las fracciones más que la mera memorización, la actividad heurística más que la pura ejercitación, o el pensamiento matemático crítico más que la simple repetición (Alsina, 2019), puesto que diversos estudios indican que, en relación a la enseñanza de las fracciones, existe una dependencia de los libros de texto, con escasas iniciativas personales de otros planteamientos o situaciones y, si se dan, estas son muy mecanizadas (Valdemoros, 2010).

En relación con las validaciones de los expertos, los resultados han puesto de manifiesto algunas recomendaciones relativas a la mejora del itinerario para incluir todos los significados de las fracciones, como por ejemplo considerar la representación parte-todo. En este sentido, Llinares y Sánchez (1997) afirman que la interpretación parte-todo es el origen de las demás interpretaciones. Además, se han incorporado matices en la gestión de las actividades para facilitar la comprensión y desarrollo del itinerario, ya que, tal como sugieren diversos autores, las fracciones componen uno de los contenidos matemáticos que conllevan mayores dificultades, tanto para su enseñanza, como su aprendizaje (Perera y Valdemoros, 2007), por lo que es imprescindible una práctica docente orientada a promover la comprensión.

Las validaciones realizadas por el profesorado han aportado también diversas sugerencias para perfeccionar el itinerario, focalizadas principalmente en la necesidad de concretar mejor la estructura de las actividades y considerar la atención a la diversidad. Con base en estos comentarios, se ha modificado el itinerario partiendo de la base de que las matemáticas se deberían enseñar desde una perspectiva inclusiva, a través del pensamiento crítico, la manipulación y el juego principalmente, pero sin olvidar contextos más formales para promover la institucionalización de los aprendizajes (Alsina, 2019; Alsina y Planas, 2008). En este sentido, se ha concretado la estructura de cada actividad, añadiendo por ejemplo un tiempo para la manipulación libre y el pensamiento crítico a través del planteamiento de preguntas efectivas. Además, se ha precisado la atención a la diversidad aclarando las estrategias utilizadas.

Una vez obtenida la versión definitiva del itinerario se han analizado las opiniones del profesorado acerca de su adecuación para promover la atención a la diversidad y, más concretamente, para dar una respuesta inclusiva al alumnado con dificultades de aprendizaje de las matemáticas y con talento matemático. Si bien el profesorado ha considerado que, en general, el itinerario es adecuado para atender la diversidad, algunos datos necesitan un estudio más detallado, como por ejemplo la pluralidad de opiniones respecto a la adecuación de algunas actividades manipulativas y lúdicas para el alumnado con dificultades de aprendizaje, o bien las opiniones en relación a las actividades que parten de situaciones de vida cotidiana para atender al alumnado con talento matemático, que se contraponen a opiniones de autores que señalan que las fracciones son contenidos que hay que comprender y la clave del éxito en el estudio de

estos contenidos es la variedad y diversidad de puntos de vista (M. Goutard, citada por Sánchez, 2001).

Una de las principales limitaciones de este estudio ha sido no poder implementar el itinerario en un aula ordinaria como consecuencia de la crisis sanitaria ocasionada por la Covid-19 en España, puesto que el alumnado se encontraba confinado en sus hogares en el periodo planificado para llevar a cabo la intervención (marzo-junio 2020). Así, pues, en futuros estudios va a ser necesario implementar el itinerario diseñado para analizar, tanto el aprendizaje del alumnado en función del tipo de contexto, como sus actitudes, además de analizar los conocimientos y actitudes del profesorado, con el propósito de obtener datos más afinados que contribuyan a refinar el instrumento para desarrollar la competencia matemática del alumnado y la competencia profesional del profesorado.

REFERENCIAS

- Ainscow, M. (2002). Rutas para el desarrollo de prácticas inclusivas en los sistemas educativos. *Revista de Educación*, 327, 69-82.
- Alsina, Á. (2010). La “pirámide de la educación matemática”, una herramienta para ayudar a desarrollar la competencia matemática. *Aula de Innovación Educativa*, 189, 12-16.
- Alsina, Á. (2016). Diseño, gestión y evaluación de actividades matemáticas competenciales en el aula. *Épsilon, Revista de Educación Matemática*, 33(1), 7-29.
- Alsina, Á. (2018). Seis lecciones de educación matemática en tiempos de cambio: itinerarios didácticos para aprender más y mejor. *Padres y Maestros*, 376, 13-20.
- Alsina, Á. (2019). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Barcelona: Graó.
- Alsina, Á. (2020). El Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas: ¿por qué?, ¿para qué? y ¿cómo aplicarlo en el aula? *TANGRAM – Revista de Educação Matemática*, 3(2), 127-159.
- Alsina, Á. y Planas, N. (2008). *Matemática inclusiva. Propuestas para una educación matemática accesible*. Madrid: Narcea
- Artigue, M., y Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45, 797–810.
- Bature, I. J., Atweh, B., y Treagust, D. (2016). Inclusivity: An Effective Tool for Achieving Quality Mathematics Classroom Instruction in Nigerian Secondary Schools. *Universal Journal of Educational Research*, 4(1), 173–180.
- Boghossian, P. (2006). Behaviorism, constructivism, and Socratic pedagogy. *Educational Philosophy and Theory*, 38(6), 713-722.
- Butto Zarzar, C.M. (2013). El aprendizaje de fracciones en Educación Primaria: Una propuesta de enseñanza en dos ambientes. *Horizontes Pedagógicos*, 15(1), 33-45.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- González, D. (2015). Errores comunes en el aprendizaje de las fracciones: Un estudio con alumnos de 12 / 13 años en Cantabria. Santander: Universidad de Cantabria. Recuperado de: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/6903/GonzalezdelOlmoDario.pdf?sequence=1>
- Korthagen, F. A. (2001). *Linking practice and theory. The pedagogy of realistic teacher education*. Londres: Lawrence Erlbaum Associates.
- Llinares, S y Sánchez, V (1997). *Fracciones. La relación parte-todo*. Madrid: Síntesis.

- NCTM (2003). *Principios y estándares para la educación matemática*. Sevilla: SAEM Thales.
- Olmos, G., y Alsina, Á. (2010). El uso de cuadernos de actividades para aprender matemáticas en educación infantil. *Aula de Infantil*, 53, 38-41.
- Perera, P. B y Valdemoros, M. E. (2007). Propuesta didáctica para la enseñanza de las fracciones en cuarto grado de educación primaria. En M. Camacho, P. Flores, y M^a. P. Bolea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XI* (pp. 209–218). La Laguna, España: SEIEM.
- Sánchez, V. (2001). Dificultades específicas en el aprendizaje de las fracciones. Estudio de casos: implicaciones para la formación de maestros. En C. Chamorro y E. Fernández (Eds.), *Dificultades del aprendizaje de las matemáticas* (pp. 13-27). Madrid, España: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Strauss, A. y Corbin, J. (1990). *Basis of qualitative research. Grounded theory: procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Streefland, L. (1991). *Fractions in Realistic Mathematics Education. A Paradigm of Developmental Research* Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publisher.
- Streefland, L. (1993). *Fractions: A Realistic Approach*. En T.P. Carpenter, E. Fennema, T.A. Romberg (Eds), *Rational Numbers: An Integration of Research* (pp. 289–325). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- UNESCO (1994). *Declaración de Salamanca y marco de acción sobre Necesidades Educativas Especiales*. París, Francia: UNESCO.
- UNESCO. (2003). *Superar la exclusión mediante planteamientos integradores en la educación: un desafío y una visión, documento conceptual*. París, Francia: UNESCO.
- Valdemoros, M. E. (2010). Dificultades experimentadas por el maestro de primaria en la enseñanza de fracciones. *RELIME*, 13(4-II), 423-440.
- Vergnaud, G. (1990). Psicología Cognitiva e do Desenvolvimento e Pesquisas em Educação Matemática: Algumas questões teóricas e metodológicas. *Caderno do CEM*, 2, 19-39.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, UK: Harvard University Press.

A CONSCIÊNCIA DO PROFESSOR NA ORQUESTRAÇÃO DE ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM EM MOVIMENTO: UMA PRÁTICA GAMIFICADA MÓVEL INVENTIVA

TEACHER AWARENESS IN THE PEDAGOGICAL ORCHESTRATION OF MOBILE LEARNING ACTIVITIES: AN INVENTIVE MOBILE GAMIFIED PRACTICE

LA CONSCIENCIA DEL PROFESOR EN LA ORQUESTACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE EN MOVIMIENTO: UNA PRÁCTICA GAMIFICADA INVENTIVA MÓVIL

Claudio Cleverson de Lima¹, Leonel Caseiro Morgado² & Eliane Schlemmer³

¹Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS & Universidade Aberta, Brasil e Portugal

²Universidade Aberta, CIAC, LE@D & INESC TEC, Portugal

³Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Brasil
claudiodelima@yahoo.com.br

RESUMO | Os espaços contemporâneos desafiam constantemente o setor educacional a ressignificar epistemologias e práticas que promovam a aprendizagem emancipatória e cidadã. Nessa reconfiguração, a aprendizagem em movimento apresenta potencial pedagógico nos aspectos físico e no desenvolvimento de habilidades interpessoais, mas apresenta desafios no acompanhamento desse processo em espaços geográficos amplos e fora do alcance visual do professor. A prática pedagógica gamificada móvel inventiva MOBinvent é analisada enquanto estudo de caso para compreender como aspectos relevantes dessas atividades em movimento permitem ao professor tomar consciência do que ocorre no processo. Elementos de prova das unidades de análise constituem cadeias de evidências a respeito das proposições e explicitam quais aspectos contribuem para que essa consciência seja maior nas atividades acompanhadas pelo professor, face às atividades realizadas por estudantes sem acompanhamento. Esta explicitação poderá orientar desenvolvimento futuro de instrumentos tecnológicos de apoio à colmatação deste diferencial, proporcionando maior liberdade e assertividade na orquestração pedagógica.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem em movimento, Gamificação, Inventividade, Orquestração pedagógica, Consciência.

ABSTRACT | Contemporary spaces constantly challenge the educational area to reinvent epistemologies and practices that promote emancipatory and citizen learning. In this reconfiguration, the mobile learning presents pedagogical potential in physical and soft skills development aspects, but presents challenges in the monitoring of this process in wide geographical spaces out of the teacher's visual reach. The gamified mobile inventive pedagogical practice MOBinvent, presented here through a case study, aims to understand how relevant aspects of mobile learning activities promote teacher awareness during the process. Evidence elements from the units of analysis constitute chains of evidence regarding the propositions and clarify which aspects contribute to teacher's awareness of monitored activities, in contrast with what occurs in activities carried out by unsupervised students. This clarification may guide future development of technological instruments to support the closure of this divide, contributing to greater teacher awareness regarding activities carried out by unsupervised students, providing greater freedom and assertiveness in pedagogical orchestration.

KEYWORDS: Mobile learning, Gamification, Inventivity, Pedagogical orchestration, Awareness.

RESUMEN | Los espacios contemporáneos desafían constantemente el sector educativo a ressignificar las epistemologías y prácticas que promuevan aprendizaje emancipatorio y ciudadano. En esta reconfiguración, el aprendizaje en movimiento presenta potencial pedagógico en aspectos físicos y desenvolvimiento de habilidades interpersonales; y desafíos de acompañamiento de este proceso en espacios geográficos amplios y fuera del alcance visual del profesor. La práctica pedagógica gamificada móvil inventiva MOBinvent es analizada como estudio de caso para comprender como aspectos relevantes de esas actividades en movimiento permiten al profesor tomar conciencia de lo que ocurre en el proceso. Elementos de prueba de unidades de análisis constituyen cadenas de evidencia relativas a las proposiciones, y especifican cuáles aspectos contribuyen para que esa conciencia sea mayor en actividades acompañadas por el profesor, a diferencia de las realizadas por estudiantes sin acompañamiento. Esta clarificación podrá orientar un desenvolvimiento futuro de instrumentos tecnológicos de apoyo a la solución de este diferencial, proporcionando mayor libertad y asertividad en la orquestación pedagógica.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje móvil, Gamificación, Inventividad, Orquestación pedagógica, Consciencia.

1. INTRODUÇÃO

As atividades de aprendizagem durante as quais os estudantes se movimentam espacialmente (O'Malley et al., 2005) contribuem para o desenvolvimento cognitivo, físico e interpessoal (Hawxwell et al., 2019; MacQuarrie, 2018; Reiss, 2012). Contudo, apresentam dificuldades de orquestração e acompanhamento, por não serem tão bem documentadas como as que decorrem em salas de aula tradicionais (MacQuarrie, 2018).

As dificuldades advêm da sobrecarga de trabalho docente que acarreta o acompanhamento dessas atividades (Pishtari, G. et al., 2019), problema detetado como relevante num estudo panorâmico da área (Lima et al., 2020). Isto porque esse acompanhamento depende da consciência do professor quanto ao que ocorre durante a atividade, e nas atividades em que os alunos se movimentam a quantidade e variedade de ocorrências são muito grandes. Uma revisão identificou cinco temas de aspectos relevantes a observar para plena consciência do que ocorre: T1: Motivação e Engajamento, T2: Localização e Percurso, T3: Execução da atividade, T4: Interação e Cooperação e T5: Resultados e Feedback (Lima et al., manuscrito em preparação). Para compreender a ligação entre aspetos concretos das atividades de aprendizagem em movimento e aspetos que promovem a consciência do docente sobre elas, apresentamos um estudo de caso que analisa esta relação no âmbito de uma prática pedagógica concreta, designada MOBinvent.

A prática MOBinvent, aqui analisada, inspira-se no conceito de Projetos de Aprendizagem Gamificados (PAG), uma metodologia de desenvolvimento de práticas pedagógicas por meio da leitura do contexto e identificação de problemáticas em cuja solução se possa contribuir com um game ou prática gamificada relevante (Schlemmer, 2018). O MOBinvent caracteriza-se como uma prática gamificada móvel inventiva, na qual os estudantes criam narrativas, missões e desafios no espaço físico para as demais equipes solucionarem enquanto se movimentam, desenvolvendo no percurso a aprendizagem do conteúdo de programação de computadores (embora a prática em si não dependa desta área de conteúdo, podendo inclusivamente ser inter, trans ou multidisciplinar). Esta movimentação e as atividades desenvolvem-se a partir de uma narrativa inicial e da apropriação de tecnologias como códigos QR e realidade aumentada (RA).

Este trabalho apresenta, na seção 2 o contexto teórico que orientou o desenvolvimento e análise da prática MOBinvent, apresentada na secção 3. Na seção 4 apresenta-se o *design* da pesquisa e na seção 5 os materiais e métodos empregues. A seção 6 apresenta o protocolo e coleta de evidências, na seção 7 essas evidências são analisadas e a seção 8 expõe as conclusões da pesquisa e proporciona sugestões para trabalhos futuros.

2. CONTEXTO

2.1 Consciência

Derivadas de correntes conceituais, metafóricas, temporais e tecnológicas (Nichele & Schlemmer, 2015), atividades em movimento são caracterizadas pela movimentação espacial dos estudantes (O'Malley et al., 2005) e são relevantes no desenvolvimento físico e na construção de habilidades interpessoais (Hawxwell et al., 2019; MacQuarrie, 2018; Reiss, 2012). Mas a movimentação do estudantes em espaços amplos e fora do alcance visual do professor torna desafiador acompanhá-los. Um panorama dos estudos na área levantou e agrupou as questões

problemáticas no campo nos temas 1) Design e Criação, 2) Tecnologias Empregadas, 3) Estrutura e Logística, 4) Monitoramento e 5) Avaliação, destacando o monitoramento (Lima et al., 2020).

O acompanhamento e orquestração pedagógica destas atividades requer que o docente esteja consciente do que nelas ocorre. Esta perspectiva da consciência, na área do CSCW, trata da maneira pela qual atores cooperantes, atuando individualmente, prestam atenção ao contexto e alinham tacitamente suas ações ao esforço do trabalho conjunto (Schmidt, 2002). Ao dar sentido ao que se passa para além de sua própria ação, os atores se engajam ativamente nas atividades e objetivos a alcançar, gerando interação, socialização e cooperação, importantes nas áreas da política, administração e educação (Dourish & Bly, 1992)(Schlemmer, 2018). O design e orquestração de atividades de aprendizagem podem extrapolar a observação direta, apoiado em sistemas computacionais que possibilitam acompanhar a emergência e manutenção da consciência, estimulando o engajamento (Gaver, 2002), o feedback (Mark, 2002) e a interação social (Heath et al., 2002).

Determinar quais aspectos das atividades em movimento são relevantes para a consciência do professor possibilita compreender e apoiar atividades de aprendizagem em diferentes níveis (indivíduo, grupo, classe), contextos (sala de aula, casa, laboratório, visitas de estudo, etc.) e mídias (com ou sem tecnologias digitais, imagens, vídeos, etc.) (Dillenbourg et al., 2009). Nesse sentido, uma revisão sistemática da área identificou aspectos relevantes a monitorar para a promoção da consciência do professor na orquestração pedagógica das atividades em movimento (Quadro 1).

Quadro 1- Agrupamento temático de aspectos a observar em atividades em movimento (Lima et al., em preparação)

#_Id	Tema	Descrição	Aspectos relacionados
T1	Motivação e engajamento	Aspectos da consciência do professor sobre expressões e indicações da vontade e agência ativa do estudante na realização da atividade	<i>motivation interest participation concentration immersion fun engagement perspectives preferences students behavior</i>
T2	Localização e percurso	Aspectos da consciência do professor ligados à localização (contexto espacial) do estudante durante a execução da atividade	<i>location path footprint exploration navigation hotspot triggering information</i>
T3	Execução da atividade	Aspectos da consciência do professor sobre o estado, forma, ou contexto não espacial de execução da atividade	<i>activity execution execution time task status progress status data/information collection content access lab experiences help difficult technological appropriation usability artifacts use app use</i>

			<i>scientific exploration</i>
T4	Interação, cooperação	Aspectos da consciência do professor de natureza interpessoal, incluindo comunicação, compartilhamento de informações e planejamento conjunto de ações na execução das atividades	<i>interaction cooperation team report sharing information communication connection</i>
T5	Resultados e <i>feedback</i>	Aspectos de consciência do professor sobre os resultados da atividade e <i>feedback</i> ao/do estudante	<i>results score assignment assessment peer assessment learning effectiveness learning quality learning satisfaction knowledge construction perception post-test' information feedback victorious feeling achievement</i>

2.2 Metodologia de desenvolvimento de práticas pedagógicas PAG

Para analisar a concretização dos aspectos de consciência no âmbito de uma prática pedagógica com atividades em movimento, concebeu-se a prática pedagógica gamificada móvel inventiva MOBinvent. Essa concepção baseou-se na metodologia PAG, contemplando a gamificação a partir da cognição inventiva, abordagem filosófica sobre a aprendizagem no sentido de que os estudantes não apenas analisam e resolvem problemas propostos, mas que constroem uma aprendizagem profunda e significativa por meio da criação ativa de problemas. Neste ato, o aprendente inventa o mundo (Kastrup, 2007), como em uma leitura, na qual a invenção de um problema encara o leitor como criador de uma visão, um propósito, uma consciência de contexto para essa leitura: aprender nasce da invenção desse problema, processo que inventa o significado para o problema, o significado para a leitura que se vai ou se está a fazer (Schlemmer et al., manuscrito em preparação).

A metodologia PAG (Projetos de Aprendizagem Gamificados) (Schlemmer, 2018) originou-se em contexto investigativo por evolução confluyente das metodologias de Projetos de Aprendizagem (Fagundes et al., 1999) e de Projetos de Aprendizagem baseado em Problemas adaptada para o ensino superior (Schlemmer, 2001, 2002; Trein & Schlemmer, 2009). Contribuíram para a sua concepção o método cartográfico de pesquisa-intervenção, adaptado enquanto prática pedagógica (Schlemmer, 2014b; Schlemmer et al., 2015; Schlemmer & Lopes, 2012, 2016) e o conceito e elementos de gamificação (Schlemmer, 2014a, 2015a, 2016). Na metodologia PAG, os projetos de aprendizagem gamificados são o campo de desenvolvimento de práticas pedagógicas desencadeadas por meio da leitura do contexto (problematização do tempo presente) que instiga a invenção de problemas, os quais podem contemplar jogos e/ou elementos de gamificação de impacto social relevante (Schlemmer, 2018).

O desenvolvimento de práticas pedagógicas através da metodologia PAG consiste em 3 etapas interconectadas: 1) Pre-Concept, identificando as vivências e experiências prévias dos

estudantes, a leitura de contexto e identificação de problemas a resolver e o planejamento, identificando o que se sabe sobre o problema, o que falta saber e onde buscar as informações para solucionar o problema; 2) Concept: objetivo a ser alcançado, tema e área do conhecimento, competências a serem mobilizadas, o ambiente, mecânicas e dinâmicas, as emoções, acompanhamento e avaliação, os investimentos necessários e as dificuldades e 3) Desenvolvimento: narrativa, interface, personagens, ambiente, animações, mecânicas e dinâmicas, regras e resultados esperados, etapas estas orientadas por meio de um instrumento visual designado como PAG canva (fig. 1).

PROJETOS DE APRENDIZAGEM GAMIFICADOS - PAG							
PRÉ-CONCEPT				CONCEPT			DESENVOLVIMENTO
VIVÊNCIAS ANTERIORES				Objetivo (o que queremos?)	Área do conhecimento/ Temas/ Temáticas	Competência/Habilidade/ Conceitos	Interface
Natureza	Plataformas	Tipos de jogos					Narrativa
LEITURA DO COTIDIANO / MAPEAMENTO DO CONTEXTO				Natureza/ambiente/interface	Mecânicas e Dinâmicas (M&D)		Personagem/Ambientes (criação/modelagem/animação)
Problemática [Qual o problema que dá origem ao PAG?]	Ambiente	Sujeito	Parceiro/Local				M&D/Regras
PLANEJAMENTO				Investimentos e dificuldades		Resultados Esperados (Como a Gamificação vai funcionar)	
Por que é importante desenvolver um PAG sobre isso?	O que já sabemos sobre o problema, ambiente, sujeito, parceiros/local? (hipóteses)	O que ainda não sabemos sobre o problema, ambiente, sujeito, parceiros/local? (dúvidas temporárias)	Onde vamos buscar informações?				

Figura 1 Canva dos Projetos de Aprendizagem Gamificados (Schlemmer, 2018)

Do ponto de vista didático-pedagógico, as etapas da metodologia PAG originam um projeto que interconecta os diversos atores do processo, alinhada às necessidades da educação no contexto das tecnologias digitais em rede, cuja presença perpassa todos os espaços sociais contemporâneos (Castells, 2005). A PAG visa apoiar práticas inventivas em redes nas quais se compreenda a mesma hierarquia para atores humanos e não humanos, seguindo a perspectiva da Teoria Ator-Rede (Latour, 2012): os elementos atuantes, conexões e fluxos que constituem as redes compostas por pessoas, mas também objetos tecnológicos digitais que vão desde computadores tradicionais até dispositivos móveis, Realidade Aumentada (RA) e mundos digitais virtuais 3D (Morgado, 2012; Schlemmer, 2014b), entre outros, compondo e conectando espaços, redes e atores diversos (Backes, 2013; Backes & Schlemmer, 2013).

Estes conceitos sustentam uma perspectiva ecossistêmica das redes, com epistemologias capazes de narrar e interpretar as dinâmicas sociais contemporâneas, nas quais o ato conectivo interliga atores humanos à inteligência dos dados, produzindo ecologias inteligentes nos espaços reticulares contemporâneos (di Felice, 2012, 2018). A compreensão do ato conectivo entre as redes e as diferentes tecnologias e espaços que as constituem (di Felice, 2018) possibilita avançar da dicotomia da educação online/offline em direção à educação onlife (Moreira & Schlemmer,

2020) que ocorre em múltiplos e diversos tempos e espaços, incluindo não só atores e redes, mas também os fluxos conectivos entre estas redes, relacionando educação e problematização da vida no tempo presente, o que permite considerar a aprendizagem em movimento.

A metodologia PAG valoriza projetos em diversos contextos como espaço de aprendizagem e instigam atitudes cooperativas, reconfigurando espaços e a própria aprendizagem (Schlemmer, 2018). Esta valorização potencia as atividades de aprendizagem em movimento, pelo que foi adotada a PAG para conceber a prática MOBinvent. Decorrente deste utilização da metodologia PAG, a prática alia ao movimento aspetos de inventividade e gamificação.

3. A PRÁTICA MOBINVENT

A prática pedagógica gamificada móvel inventiva MOBinvent é uma atividade na qual os estudantes, a partir da leitura do contexto, identificam uma problemática (aprendizagem de programação de computadores) e decidem desenvolver uma proposta gamificada como solução para este problema (criação, em espaço aberto, de desafios a serem resolvidos em movimento). Ao criar e jogar as atividades propostas, os conceitos de programação de computadores referentes a dados de entrada, decisão e repetição são apropriados pelos estudantes. Seguindo a metodologia PAG, esta prática MOBinvent foi criada seguindo três etapas: Pre-Concept, Concept e Desenvolvimento, que aqui usamos para a descrever.

No *Pre-Concept*, identificámos uma ação extensionista de uma instituição de ensino superior que forma durante 1 ano, no contraturno escolar, estudantes de Ensino Médio público, de 15 e 18 anos, para a primeira inserção profissional. Entre os conteúdos estão aulas de Informática e, na leitura deste contexto, os estudantes identificaram como problema a aprendizagem de programação de computadores. O planeamento da solução incluiu avaliação diagnóstica (questionário, entrevista e roda de conversa) detectando vivências e experiências prévias e o que os estudantes sabiam ou não sobre a temática e quais fontes de informação poderiam apoiar a construção de uma atividade gamificada apoiada pelo professor.

No *Concept*, a área do conhecimento definida pelos estudantes foi a Programação de Computadores, especificamente o funcionamento de um programa de computador em relação a dados de Entrada e estruturas de Repetição e Decisão. Como ambiente externo definiu-se o espaço aberto do campus universitário e, como ambiente de criação da prática, o laboratório de informática já utilizado para as aulas. As competências a serem mobilizadas foram a fluência digital para operar os softwares necessários às tarefas, localização espacial, raciocínio lógico-matemático e interação e cooperação entre os estudantes. O conceito foi desenvolver a prática MOBinvent: a partir da criação coletiva de uma narrativa inicial, narrativas específicas seriam criadas por cada uma das 3 equipas de 8 elementos nas quais a turma se auto-organizou.

As mecânicas consideraram a utilização dos andares térreos dos prédios, visando a segurança e não-interferência no funcionamento usual desses espaços. A turma auto-organizou-se em 3 equipas menores e cada equipa foi acompanhada por um professor, com o MOBinvent desenvolvendo-se em oito encontros de quatro horas cada, com frequência de três vezes por semana. O acompanhamento e avaliação em formato processual e contínuo finalizou com uma avaliação da prática pelos estudantes e uma auto-avaliação destes. Além do laboratório de

informática e conexão wireless já disponibilizada aos estudantes, buscou-se trabalhar na perspectiva BYOD, minimizando ou eliminando a necessidade de investimentos adicionais.

Na fase do Desenvolvimento, as atividades de criação da prática MOBinvent ocorreu de modo prático, envolvendo a busca pelos alunos de conceitos e conteúdos na Internet, a aprendizagem entre pares e o apoio do professor. Inicialmente, os estudantes construíram coletivamente uma narrativa inicial, na qual a inteligência artificial LIA cai acidentalmente no campus da Universidade e só consegue se comunicar por meio de códigos de programação de computadores. Ao resolver os enigmas e encontrar os códigos, os estudantes auxiliam LIA a se comunicar em linguagem humana novamente. A partir daí, cada equipe, baseada nos conceitos de gamificação e inventividade e nas tecnologias QRCode e RA criou sua própria narrativa, com desafios alinhados a dados de Entrada, Decisão e Repetição, a serem solucionados pelas outras equipes. Resolvidos os desafios e coletados todos os códigos, os estudantes retornaram ao ponto de início da partida, inserindo o código no programa de LIA, recebendo uma mensagem desta e visualizando onde os códigos coletados foram inseridos no programa. Como interface, o próprio ambiente aberto do campus serviu como suporte para posicionar os códigos QR e RA. As regras, de criação e jogo foram também definidas coletivamente pelos estudantes, devendo os desafios estarem alinhados à narrativa da equipe e serem criados e solucionados com QRCode e RA. Como resultado, espera-se que os estudantes, ao visualizarem os códigos descobertos na resolução dos desafios e inseridos no código-fonte da personagem LIA compreendam a função dos dados de Entrada e das estruturas de Decisão de Repetição em um código de programação.

No sentido de possibilitar a adaptação da prática MOBinvent a outros conteúdos e contextos, relacionou-se os 8 encontros às 3 etapas do PAG: Pre-Concept, Concept e Desenvolvimento (quadro 2). A partir da narrativa inicial do professor e de exemplos de apropriação da gamificação e TD QRCode Realidade Aumentada, todas as atividades que compõem o MOBinvent foram desenvolvidas coletivamente em 3 grupos de 7 e 8 estudantes que, no momento da prática da atividade, propriamente dita, organizaram-se em 3 equipes para realizar simultaneamente os desafios. O conteúdo, tamanho e quantidade de grupos, carga horária e encontros do MOBinvent é flexível, a fim adaptar-se a diversas situações, conteúdos e projetos inter, trans e multidisciplinares, desde que alinhados à estrutura do PAG e contemplando as etapas do *Pre-Concept*, *Concept* e Desenvolvimento (Schlemmer, 2018).

Quadro 2 - Estrutura da prática MOBinvent, inspirada nos PAG (Schlemmer, 2018)

Etapa do PAG	Encontros (4h cada)	Detalhamento das ações de cada encontro
<i>Pre-Concept</i>	E1	<ul style="list-style-type: none"> - apresentação do projeto MOBinvent - avaliação diagnóstica identificando as vivências e experiências prévias dos estudantes por meio de questionário, entrevista e roda de conversa; - leitura de contexto e identificação de problemas a resolver; - planejamento: o que se sabe, o que não se sabe e onde buscar as informações necessárias;
<i>Concept</i>	E2	<ul style="list-style-type: none"> - definição do objetivo a ser alcançado - definição do tema, área do conhecimento - definição do ambiente, mecânicas e dinâmica; - investimentos necessários - acompanhamento e avaliação

Desenvolvimento	E3	<ul style="list-style-type: none"> - criação coletiva da narrativa inicial e personagens - missão 1: auto-organização em grupos pelos estudantes - missão 2: criação do nome, insígnia e blog para as equipes registrarem as atividades. - criação coletiva da narrativa inicial e personagens - missão 1: auto-organização em grupos pelos estudantes - missão 2: criação do nome, insígnia e blog para as equipes registrarem o andamento das atividades. - missão 3: apresentação dos grupos (Pravda, Power Rangers e Error404), insígnia, blog e componentes ao grande grupo.
	E4	<ul style="list-style-type: none"> - socialização das dificuldades, estratégias e aprendizagens das missões 1,2 e 3 - disponibilização da narrativa inicial no Google Classroom® - exploração dos conceitos de mecânicas, dinâmicas e interface - missão 4: com base na narrativa inicial e obedecendo a regras criadas coletivamente, os grupos criam suas próprias narrativas
	E5	<ul style="list-style-type: none"> - socialização das dificuldades, estratégias e aprendizagens da missão 4 e apresentação das narrativas ao grande grupo - missão 5: exploração das tecnologias QRCode e RA) - missão 6: exploração de exemplos de desafios com dados de Entrada criados com QRCode e RA, os estudantes criam desafios alinhados às suas narrativas
	E6	<ul style="list-style-type: none"> - socialização das dificuldades, estratégias e aprendizagens das missões 5 e 6 - missão 7: exploração de desafios com estruturas de Decisão e Repetição e os estudantes criam desafios referentes à essa temática
	E7	<ul style="list-style-type: none"> - socialização das dificuldades, estratégias e aprendizagens da missão 7; - missão 8: visando evitar problemas de jogabilidade, os grupos montam e testam os desafios no mapa do jogo e criam as regras para jogar.
	E8	<ul style="list-style-type: none"> - roda de conversa com a socialização das dificuldades, estratégias e aprendizagens das missões 7 e 8; - missão 9: os grupos realizam a prática MOBinvent acessando a narrativa e resolvendo os enigmas: o grupo 1 resolve os desafios preparados pelo grupo 2, que resolve os desafios do grupo 3, que resolve os desafios do grupo 1. Ao coletar todos os códigos, os estudantes retornam ao ponto de partida, inserem os códigos no programa e recebem a mensagem de LIA, visualizando o código-fonte do programa e o ponto onde seus dados foram inseridos. - missão 10: após realizar a atividade, os estudantes respondem a um questionário e participam de uma roda de de conversa sobre a prática, finalizando o MOBinvent. - análise docente das avaliações processuais realizadas ao longo do percurso e as avaliações finais e auto-avaliação dos aluno em relação aos resultados esperados.

Todas as etapas da prática MOBinvent são relevantes, mas neste estudo analisaremos a missão 9 da etapa 3, que constitui o momento efetivo de observação dos aspectos relevantes da atividade de aprendizagem em movimento na promoção da consciência do professor.

4. DESIGN DA PESQUISA

Para compreender como aspectos relevantes de atividades de aprendizagem em movimento promovem a consciência do professor no contexto da prática MOBinvent recorreremos à metodologia de caso (Yin, 2003), seguindo protocolo composto de 1) questões de estudo, que estabelecem a estratégia de pesquisa; 2) proposições de estudo, orientando o foco de atenção para o núcleo do que deve ser examinado; 3) unidades de análise, definindo o que concretamente será estudado (fenômeno, comportamento, processo); 4) a conexão lógica das proposições com os dados e 5) os critérios para interpretar os resultados (Cruz et al., 2015). A questão de pesquisa é compreender como aspectos relevantes de atividades de aprendizagem em movimento (quadro 1) promoveram a consciência do professor durante o processo As proposições orientam a atenção para o que deve ser examinado, evitando dispersão na observação/registo dos dados. Com base nos aspectos relevantes a observar em atividades em movimento (quadro 1) derivamos as unidades de análise do estudo (quadro 3).

Quadro 3 - Temas , proposições e unidades de análise dos aspectos a observar

Tema	Proposições	Unidades de Análise
T1: Motivação e Engajamento	P1: o professor teve consciência das expressões e indicações da vontade e agência ativa do estudante na execução da atividade	Ua1: expressões e indicações da vontade de realizar a atividade Ua2: agência e participação ativa na resolução da atividade Ua3: expressões e indicações de diversão e alegria na realização da atividade
T2: Localização e Percurso	P2: o professor teve consciência da localização (contexto espacial) do estudante durante a execução da atividade	Ua4: localização espacial do estudante na atividade; Ua5: histórico de localização espacial do estudante na atividade Ua6: trajetória do estudante na atividade Ua7: área da atividade onde o estudante se encontra
T3: Execução da Atividade	P3: o professor teve consciência do estado, forma, ou contexto não espacial de execução da atividade	Ua8: execução da atividade Ua9: tempo de duração da execução de cada atividade unitária Ua10: tempo de duração geral da atividade Ua11: lista de atividades concluídas Ua12: dados coletados na execução da atividade Ua13: necessidade de ajuda para a execução da atividade
T4: Interação e Cooperação	P4: o professor teve consciência de ações interpessoais de comunicação, compartilhamento e planejamento conjunto de ações	Ua14: apresentação de ideias para a execução da atividade; Ua15: ações de criação coletiva de estratégias de ação Ua16: comunicação entre os estudantes durante a atividade Ua17: compartilhamento de informações durante a atividade
T5: Resultados e <i>feedback</i>	P5: o professor teve consciência dos resultados da atividade e <i>feedback</i> ao/do estudante	Ua18: resultado geral da atividade Ua19: necessidade de <i>feedback</i> na execução da atividade Ua20: conquista de códigos na execução da atividade Ua21: percepção de construção do conhecimento Ua22: satisfação os estudantes com a aprendizagem

5. MÉTODOS

Na prática MOBinvent, docentes e estudantes se apropriaram do BYOD (Bring Your Own Device - Traga Seu Próprio Dispositivo), política de utilização de dispositivos pessoais surgida no meio corporativo e impulsionado na educação pela popularização de dispositivos móveis e pela familiaridade com o equipamento, participação e personalização do ritmo do aprendizado que o BYOD propicia (Afreem, 2014; Johnson et al., 2016; Nichele & Schlemmer, 2015). Utilizando seus próprios smartphones, os estudantes apropriaram-se das TD QRCode, símbolo bidimensional que armazena textos, imagens, vídeos e hiperlinks (Soon, 2008, Sharma, 2013) e RA (Realidade Aumentada), que acrescenta ao mundo físico uma camada virtual de informação (Azuma, 1997, Lee, 2012; Wu et al., 2013), potencializando pedagogias inventivas e gamificadas baseadas em projeto no contexto contemporâneo híbrido e permanentemente conectado (Schlemmer, 2019).

Metodologicamente, esta pesquisa é de natureza qualitativa, do tipo exploratória e descritiva e apropria-se de estudo de caso para produção e análise de dados, justificado pela questão de pesquisa estar inserida em contexto real, ser um processo pouco compreendido, sem definição clara entre os limites contexto-processo e o pesquisador ter pouco controle sobre “como” esse conjunto de aspectos se manifesta na aprendizagem em movimento. Busca-se ampliar o conhecimento sobre o objeto de estudo (Yin, 2003) por meio da prática MOBinvent, da qual participaram 23 estudantes de Ensino Médio de escolas públicas provenientes de famílias de baixa renda e em formação para sua primeira experiência profissional (Lima & Goulart, 2018). As fontes de evidência são observação direta, entrevistas, questionários, roda de conversa e registros em fotos, vídeos e áudios coletados no espaço físico e ambiente online Google

Classroom(R) e blogs dos grupos. Cada referência às unidades de análise foi contabilizada como evidência explicitada e analisada em relação à respectiva unidade (seção 7).

6. COLETA DE EVIDÊNCIAS

Atendendo à importância do protocolo como guia ao pesquisador e fator de confiabilidade dos dados (Yin, 2003) adaptamos o protocolo recomendado por (Cruz et al., 2015). Em virtude da pandemia COVID-19, ficamos impossibilitados de apresentar o estudo-piloto e, cientes das implicações, apresentamos a observação da prática e construção dos dados na prática MOBinvent.

6.1 Coleta de dados

Os instrumentos utilizados na coleta dos dados foram 1) observação direta pelo pesquisador e 2) relato dos professores acompanhantes, que apoiaram o professor em tempo real. Já os instrumentos 3) registro em áudio gravado pelos estudantes, 4) registro fotográfico efetuado pelos estudantes 5) registros escritos pelos estudantes no ambiente *online* (Classroom® e *blogs*), 6) registro em áudio da roda de conversa final e 7) questionário de avaliação final da prática. Os estudantes deslocaram-se ao local de início da prática, onde cada equipe se dividiu em três equipes menores para resolver os desafios. Cada referência às unidades de análise foi contabilizada como evidência e relacionada à respectiva Unidade de Análise (Ua) (seção 4).

No início da prática, o pesquisador e os professores observaram diretamente os estudantes se organizando e o pesquisador solicita que cada equipe destaque um componente para gravar o áudio com seu *smartphone* no percurso, constituindo fonte de dados. Com 9 equipes de estudantes (3 grupos divididos em 3 equipes cada) movendo-se pelo espaço, o pesquisador e os professores 2 e 3 acompanharam cada uma equipe. Tão logo os estudantes se espalharam no espaço do jogo, o professor não teve mais consciência do andamento das atividades, exceto do grupo que acompanhava. Neste momento já possível perceber que, em situação regular de aula, será difícil haver docentes adicionais para acompanhar todos os alunos, evidenciando necessidade de soluções que auxiliem o professor na orquestração.

Após efetuarem leitura do QRCode inicial, que indicou a qual prédio deveriam se dirigir, o restante do percurso foi guiado por pistas e desafios em códigos QR e RA. Após decifrados todos os códigos, as equipes retornaram ao ponto inicial para inserir os códigos no programa, possibilitando que LIA se comunicasse novamente por uma mensagem do programa. O equipe Pravda, acompanhado pelo pesquisador, leu o QRCode inicial e chegou ao prédio de destino, demorando alguns minutos para rastrear e localizar as pistas. Após a leitura do QRCode, discutiram a importância de seguir as pistas corretamente para não perder tempo. Decifrado o desafio, registraram o código em foto, deslocando-se ao próximo prédio, onde localizaram e solucionaram o desafio em AR, passando ao último desafio. Ao encontrar dificuldades nesse desafio, o professor mediou a situação, sugerindo que refizessem o raciocínio em conjunto. Resolvidos os desafios e de posse dos códigos, retornaram ao ponto de encontro, onde reuniram-se à outra equipe do grupo e decidiram se comunicar com o grupo que ainda não havia retornado, auxiliando-os e, em conjunto, inserindo os códigos no programa. Receberam uma mensagem de LIA agradecendo por auxiliá-la a se comunicar com os humanos novamente e, ao lado da mensagem, visualizaram o código de programação, onde os dados coletados e inseridos

por eles se encaixaram. Observou-se surpresa e expressão corporal e verbal de entendimento dos estudantes ao visualizar o código-fonte do programa e perceber onde os códigos coletados por ele nos desafios resolvidos se encaixavam.

O professor que acompanhou o equipe coletou fotos e vídeos que, somados ao relato e os dados dos estudantes, permitiram verificar momentos problemáticos em relação à formação dos grupos e direção a seguir, resolvidos por sugestão do líder da equipe, bem como dificuldades técnicas, mediado pelos professores acompanhantes. Após resolver os desafios, os estudantes anotaram os códigos utilizando mensagem de voz. Houve reclamações internas de falta de participação e auxílio entre os membros do equipe. O equipe finalizou as atividades com as 3 equipes retornando ao ponto de partida e inserindo os códigos no programa, com aplausos espontâneos entre os membros após a inserção dos códigos e a mensagem de LIA.

O equipe Power Rangers apresentou discordâncias em relação à direção e resolução dos desafios, além de problemas no leitor de códigos do *smartphone* de um dos componentes, resolvido pelos membros. Finalizados os desafios, retornaram ao ponto de partida e constataram que uma equipe descobriu apenas dois dos códigos necessários, não resolvendo um desafio. Mesmo assim, os códigos disponíveis foram digitados e a mensagem de LIA apareceu na tela, com espaços em branco indicando a falta dos códigos não coletados.

Após a prática da atividade, organizou-se roda de conversa para compartilhar experiências da prática MOBinvent, espaço para os estudantes exporem suas percepções da atividade, finalizada com avaliação *online*, na qual os estudantes puderam avaliar as atividades realizadas e se auto-avaliar. Os elementos de prova colhidos foram organizados por temas, proposições e unidades de análise (quadro 1). Percentuais das unidades de análise das proposições em relação à consciência do professor sobre a prática nas equipes AC (acompanhadas) e DES (desacompanhadas) estão no quadro 4 e gráfico 1.

Quadro 4- Percentuais de confirmação das proposições em relação às atividades realizadas por estudantes Acompanhados (AC) e Desacompanhados (DES)

Tema	Proposições	AC	DES
Motivação e Engajamento	P1: o professor teve consciência das expressões e indicações da vontade e agência ativa do estudante na realização da atividade	100%	6%
Localização e Percurso	P2: o professor teve consciência da localização (contexto espacial) do estudante durante a execução da atividade	90%	0%
Execução	P3: o professor teve consciência do estado, forma, ou contexto não espacial da execução	95%	0%
Interação e Cooperação	P4: o professor teve consciência e ações interpessoais de comunicação, compartilhamento de informações e planejamento conjunto de ações	100%	0%
Resultados e Feedback	P5: o professor teve consciência dos resultados da prática e feedback ao/do estudante	100%	30%
Totais gerais		97%	7%

Relação percentual de evidências da consciência do professor sobre aspectos da atividade em movimento em relação a estudantes Acompanhados e Desacompanhados

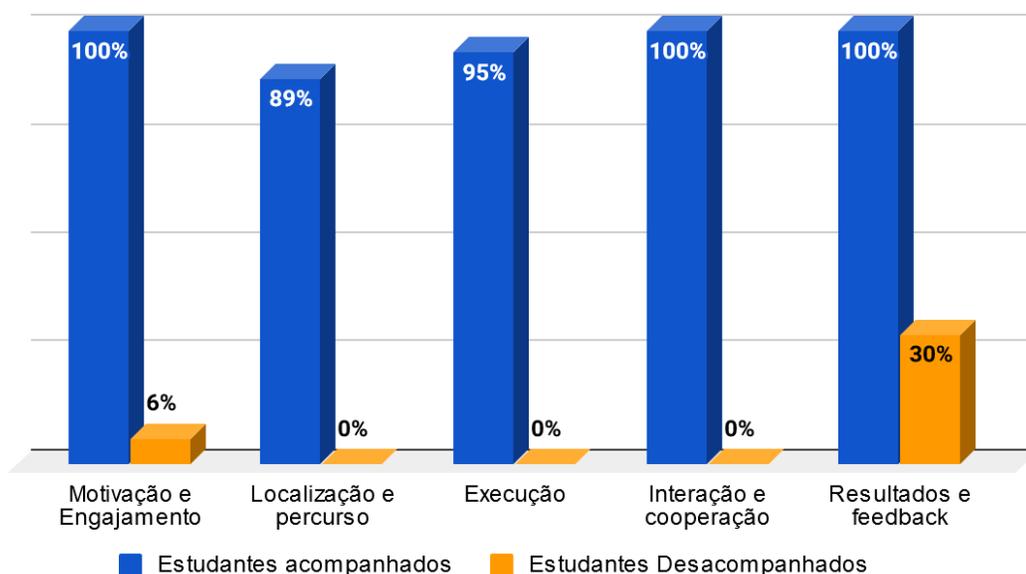


Gráfico 1 Percentuais de promoção da consciência do professor na prática MOBinvent

7. ANÁLISE E DISCUSSÃO

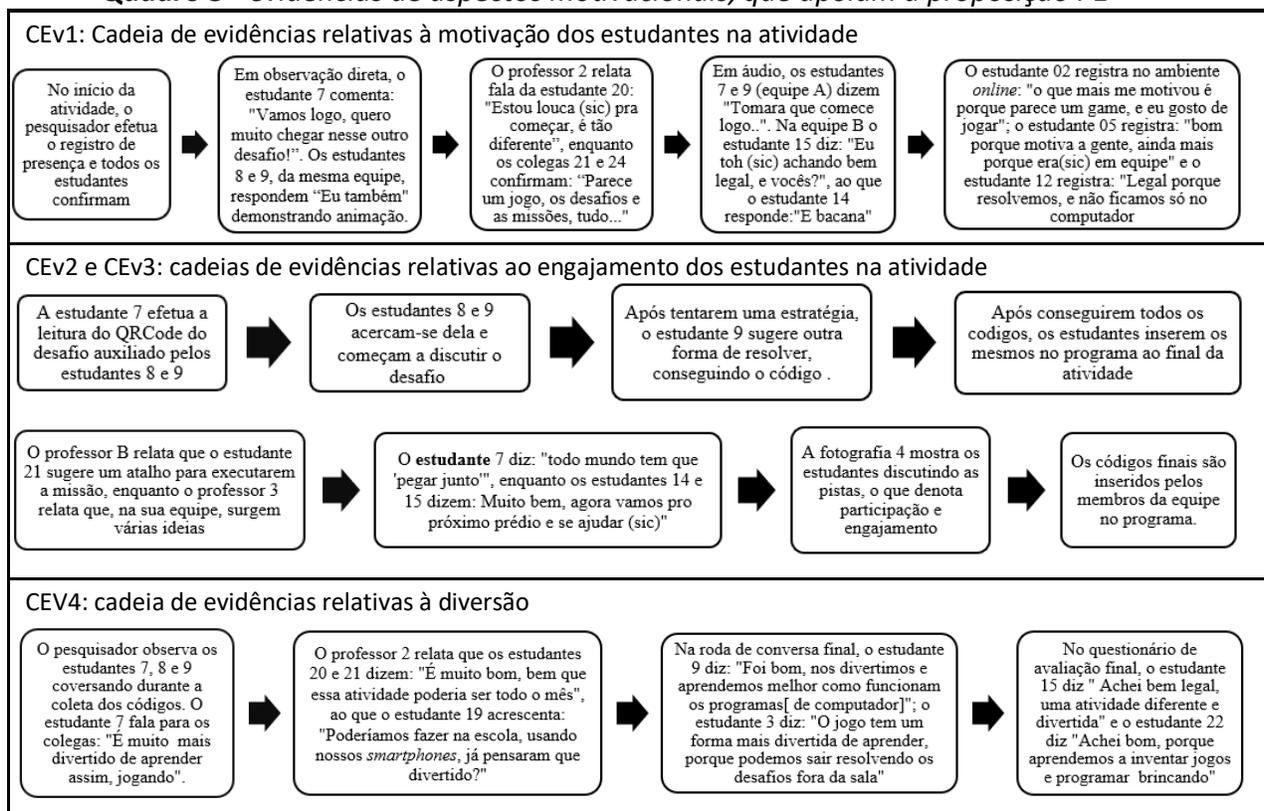
Buscando compreender como aspectos relevantes de atividades de aprendizagem em movimento promovem a consciência do professor no espaço da prática MOBinvent, os 79 elementos de prova compuseram 22 cadeias de evidência relativas às cinco proposições do estudo. Essas cadeias apoiam cada uma das cinco proposições (quadro 4), que permitem verificar o percentual de consciência do professor em relação às turmas acompanhadas (consciência de 97% dos aspectos relevantes) e desacompanhadas (consciência de 7% dos aspectos). Portanto, nas equipes acompanhadas pelo professor, o nível de consciência a respeito de aspectos da prática foi cerca de 13 vezes maior que nas equipes que realizaram as atividades sem acompanhamento, evidenciando necessidade de formas de acompanhamento que auxiliem na promoção da consciência do professor a respeito do que ocorre nessas atividades.

No MOBinvent, o acompanhamento presencial do pesquisador e 2 professores garantiu o acompanhamento de apenas uma equipe de cada grupo: seis das nove equipes (66% dos estudantes) realizaram a prática sem acompanhamento. Em situação escolar convencional, supõe-se que o professor titular não contará com professores extras para o acompanhamento e, se a atividade fosse realizada individualmente, e não em equipes, em uma turma média de 30 estudantes, o professor não estaria consciente das atividades de 97% dos estudantes, já que cada uma deles estaria realizando suas atividades em espaços fora do alcance visual do docente, afetando a orquestração e a mediação, conforme análise das proposições a seguir.

A proposição P1 - o professor teve consciência das expressões e indicações da vontade e agência ativa do estudante na realização da prática - apoia-se em 4 CEv (Cadeias de Evidência). A CEv1 mostra que, embora opcional, a presença de 100% dos estudantes demonstra participação e motivação na atividade, reforçada na observação direta do pesquisador e relatos dos professores que acompanharam as equipes, bem como registro *online* e áudio dos estudantes,

acessados pós-atividade. A CEv2 mostra o engajamento dos estudantes participando ativamente na resolução dos desafios, e a CEv3 demonstra o mesmo em outra equipe, culminando com a conquista e inserção dos códigos no programa ao final da atividade. Na CEv4, observação direta e relatos docentes confirmam expressão verbal de diversão dos estudantes, reafirmada em roda de conversa, registros *online* e avaliação da atividade. Comentários de insatisfação (“*Achei bom, mas os jogos de computador são melhores*”, “*Não gostei, prefiro CounterStrike^(R)*”) são legítimos, subsidiam possíveis melhorias em edições futuras e não são inesperados, pois alguns estudantes jogam *games* comerciais, mas reforçou-se junto aos estudantes, que o objetivo do MOBinvent não foi competição, mas colaboração e aprendizagem (Schlemmer, 2014 a, 2015 b, 2018).

Quadro 5 - evidências de aspectos motivacionais, que apoiam a proposição P1

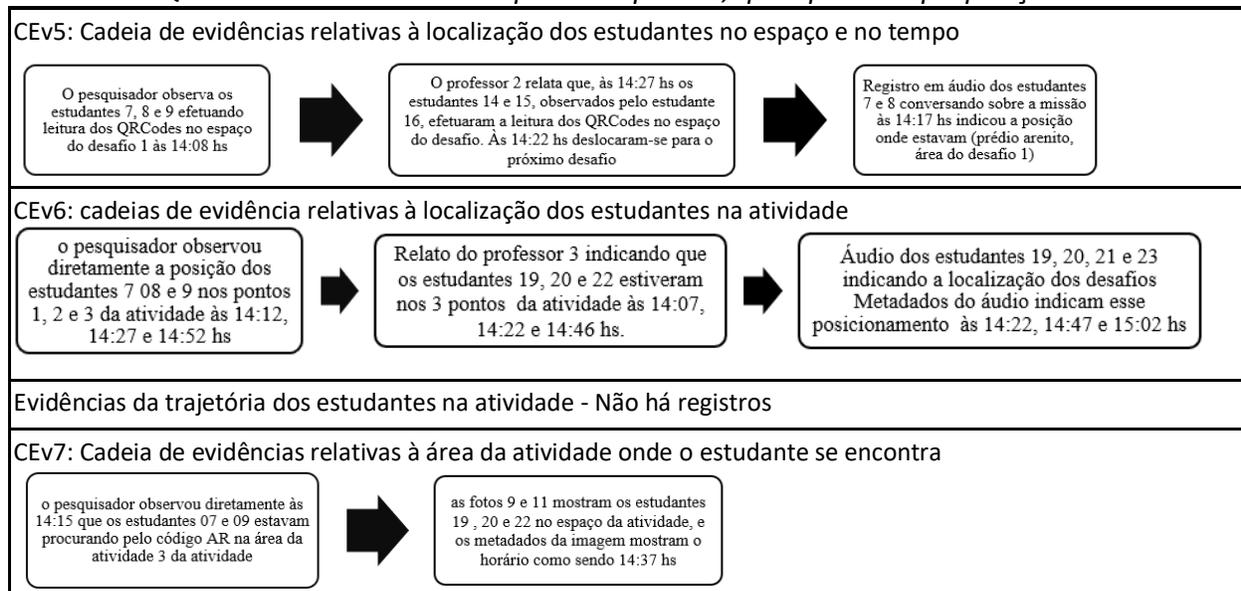


A proposição P1 confirma a consciência docente das expressões e indicações da vontade e agência ativa do estudante na realização da prática com 100% dos elementos de prova, confirmação apenas em relação a estudantes que executaram a atividade acompanhados: nos estudantes desacompanhados a consciência foi de 6%, dificultando a orquestração e mediação pedagógicas. De uma maneira geral, as próximas proposições seguem esse padrão: a consciência do professor em relação às atividades acompanhadas foi cerca de 13 vezes maior que em relação às atividades realizadas sem acompanhamento.

A proposição P2 - o professor teve consciência da localização (contexto espacial) do estudante durante a execução da atividade- é apoiada por três cadeias de evidências. A CEv5, localização espaço-temporal dos estudantes, apoia-se na observação da leitura de QRcodes em local e horário específicos e relatos dos professores, confirmados por registro em áudio na pós-atividade. Aspectos da localização dos estudantes na atividade é apoiada pela CEv6 por observação direta, relato dos professores e registro em áudio, enquanto a área da atividade onde

o estudante se encontra é apoiada pela CEv7 por observação direta e, na pós-atividade, por registros fotográficos, cujos metadados confirmam o horário da atividade e imagem identifica o local. Não houve registros da trajetória dos estudantes na prática (Quadro 6).

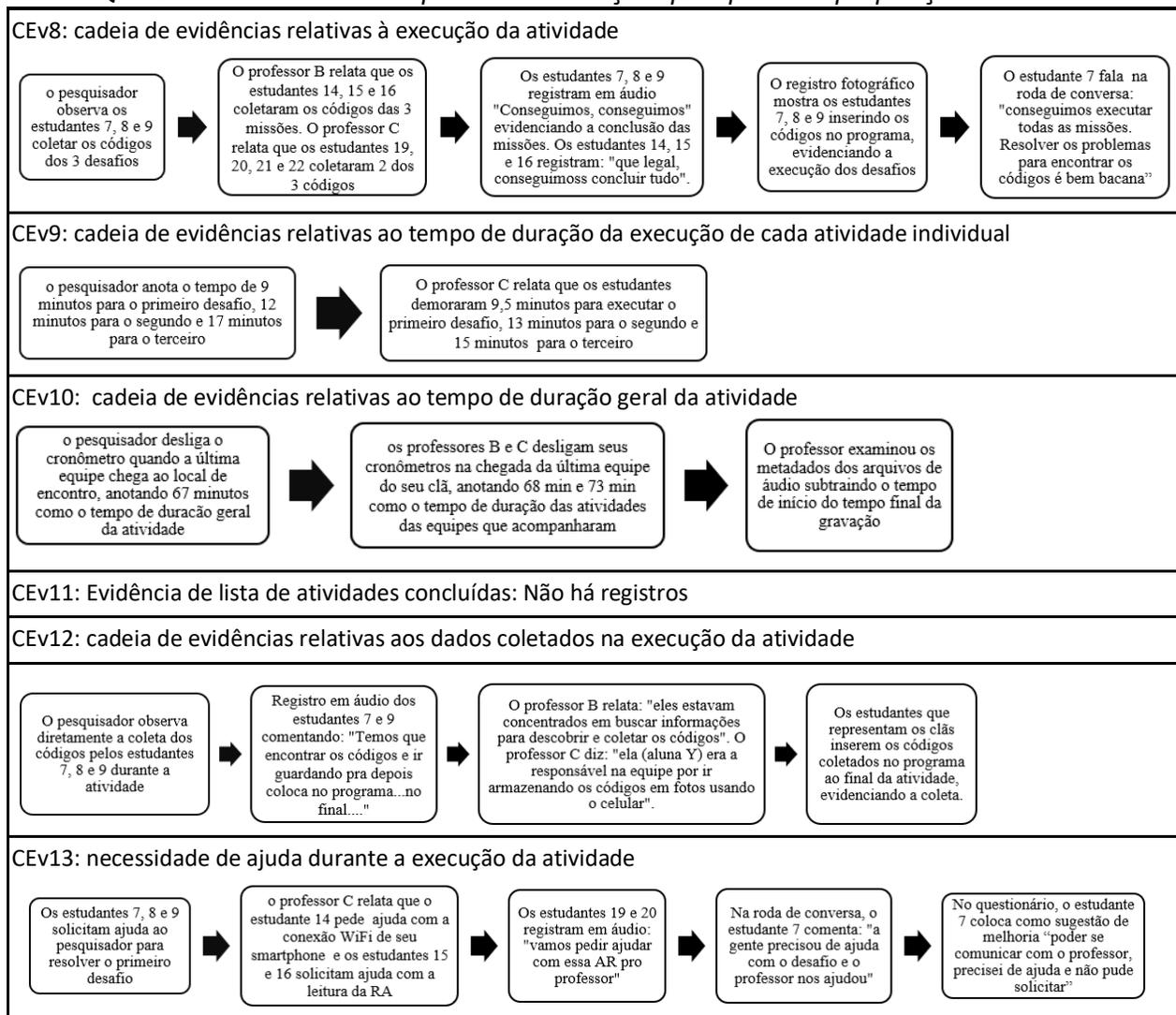
Quadro 6 - evidências de aspectos espaciais, que apoiam a proposição P2



Excetuando o aspecto da trajetória dos estudantes, confirma-se a proposição P2 - o professor teve consciência da localização (contexto espacial) do estudante durante a execução da atividade - com 89% das evidências em relação aos estudantes acompanhados. Já em relação aos estudantes que efetuaram a atividade desacompanhados, essa consciência foi nula (0%), não havendo consciência do professor a respeito dos aspectos espaciais da atividade.

A proposição P3 - o professor teve consciência do estado, forma, ou contexto não espacial de execução da atividade - é apoiada pela CEv8, que registra observação direta do pesquisador, relato dos professores, áudio gravado pelos estudantes, registro fotográfico e depoimento dos estudantes ao final da atividade. O tempo de duração das atividades é sustentada pela CEv9, que mostra os tempos de cada desafio por observação direta do pesquisador e relato dos professores. A CEv10 sustenta a duração total da atividade pelo tempo cronometrado diretamente pelo pesquisador e professores e pela diferença entre tempo inicial e final da atividade. Não houve evidências a respeito da lista de desafios concluídos. A CEV 12 sustenta a consciência do professor relativas aos dados coletados na execução da atividade por observação direta, relato dos professores, registro em áudio e códigos coletados/inseridos no programa, enquanto a CEv13 confirma a conquista de códigos por meio da observação direta, relato dos professores e registro em áudio (quadro 7).

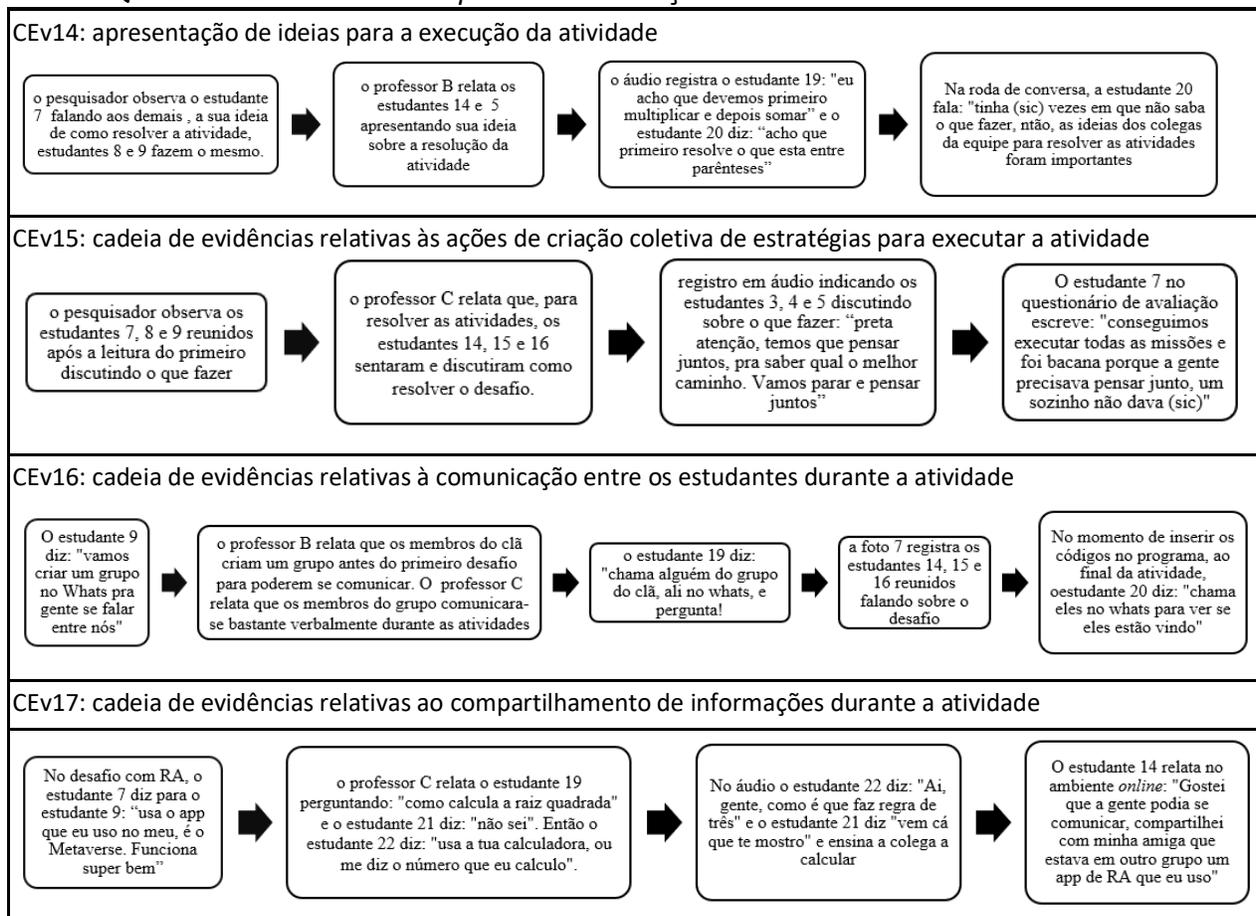
Quadro 7: evidências de aspectos de execução que apoiam a proposição P3



É possível afirmar que a proposição P3 - o professor teve consciência do estado, forma, ou contexto não espacial de execução da atividade - é sustentada com 95% de elementos de prova, não registrando nenhum aspecto que apoie a consciência docente nas atividades realizadas pelos estudantes desacompanhados.

A proposição P4 - o professor teve consciência e ações interpessoais de comunicação, compartilhamento de informações e planejamento conjunto de ações - é sustentada pela CEv14, que registra a apresentação de ideias para a execução da atividade por meio de observação e relato dos professores, além de registro em áudio e depoimento dos estudantes na roda de conversa pós-atividade. A CEv15 confirma ações de criação coletiva de estratégias para executar a atividade, demonstrando a observação de planejamento e ação conjuntos entre os estudantes, confirmados por relatos docentes, registros em áudio e registros escritos na avaliação final. A CEv16 comprova que houve comunicação entre os estudantes durante a atividade, por meio da criação autônoma de grupos no WhatsApp®, bem como registros em áudio, texto e fotográficos relatando comunicação entre estudantes da mesma equipe e entre equipes de diferentes grupos; A CEv17 confirma o compartilhamento de informações observado pelo pesquisador e professores, registros em áudio e na avaliação final da atividade (Quadro 8).

Quadro 8- Evidências de aspectos de mediação no decurso da atividades

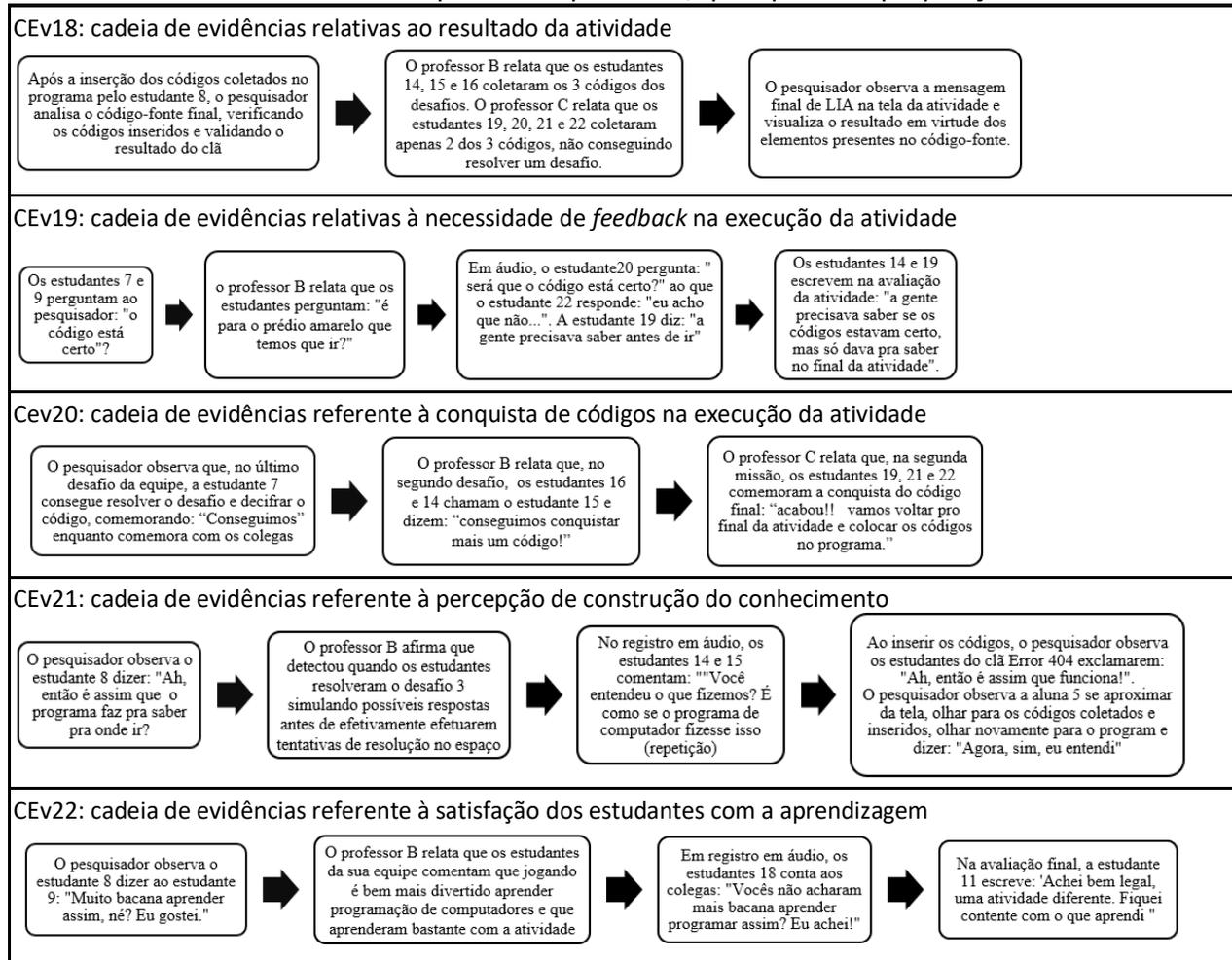


Essas cadeias de evidências apoiam a proposição P4 - o professor teve consciência de ações interpessoais de comunicação, compartilhamento de informações e planejamento conjunto de ações - com 100% dos elementos de prova nas atividades acompanhadas. Já nas atividades realizadas sem acompanhamento, essa consciência foi nula (0%), impossibilitando a orquestração e mediação pedagógicas, crucial na promoção da aprendizagem. A autoavaliação dos estudantes permite constatar que a prática MOBinvent aumentou seu nível de conhecimento em TD e sua participação no grupo num nível maior que sua própria avaliação individual, indicando a importância da aprendizagem em movimento na promoção das habilidades interpessoais. Essa constatação corrobora evidências anteriores de que, ao lado das competências técnicas, competências interpessoais são especialmente estimuladas pela aprendizagem em movimento (Hawxwell et al., 2019; MacQuarrie, 2018; Reiss, 2012), sendo essenciais na formação para uma atuação competente, autônoma, consciente e cidadã no espaço contemporâneo.

Com relação à proposição P5 - o professor teve consciência dos resultados da atividade e *feedback* ao/do estudante-, a CEv18 apoia as evidências pela inserção dos códigos no programa ao final da atividade e a análise da mensagem de LIA aos participantes, evidenciando a correção dos códigos inseridos. A CEv19 apoia a consciência do professor a respeito da necessidade de *feedback* na execução da atividade pela observação direta do pesquisador, relatos dos professores, registros em áudio e avaliação da atividade pelos estudantes. A CEv20 confirma a consciência do professor a respeito da conquista de códigos na atividade pela observação direta

e relato dos professor. A CEv21 confirma a percepção de construção do conhecimento pela observação direta dos estudantes na atividade, relato dos professores, registro em áudio pelos estudantes e observação da reação os estudantes no momento final da atividade. A CEv22 confirma a satisfação dos estudantes com a aprendizagem por observação direta, relato dos professores, registro em áudio e depoimento dos estudantes (Quadro 9).

Quadro 9: evidências de aspectos cooperativos, que apoiam a proposição P5



Na proposição P5- o professor teve consciência da interação, cooperação, comunicação e compartilhamento de informações no decurso da atividade em movimento - confirmou-se com 100% de consciência do professor a respeito das atividades realizadas pelos estudantes acompanhados. Em relação aos estudantes que realizaram as atividades desacompanhados, essa consciência foi de 0%, ou seja, o professor não esteve consciente das ações desenvolvidas pelos estudantes no decorrer da prática MOBinvent.

Todos os aspectos observados decorrem de 3 ações de registro específicas: 1) registro ao vivo dos docentes que acompanharam 3 das 9 equipes, cujos dados auxiliaram diretamente o professor, 2) registro ao vivo dos estudantes, recolhidos durante a atividade, que não auxiliaram o docente em tempo real, mas poderiam auxiliar, se recolhidos e 3) registros obtidos na pós-atividade, que não auxiliaram o professor em tempo real, mas poderiam auxiliar, se recolhidos. Houve ainda 3 aspectos (marcados com *,Quadro 10) que não foram registrados nem por

docentes, nem por estudantes e nem na pós-atividade, evidenciando necessidades de recolhê-los.

Quadro 10- Distribuição da origem dos aspectos de awareness do professor em relação à atividade em movimento

Aspectos	Registro ao vivo dos docentes	Registro ao vivo dos estudantes	Pós-atividade
Expressões e indicações da vontade de realizar a atividade	X	X	
Agência e participação ativa na resolução da atividade	X	X	
Expressões e indicações de diversão e alegria na realização da atividade	X	X	
Localização espacial dos estudantes na atividade;	X	X	
Histórico de localização espacial dos estudantes durante a atividade			*
Trajetória dos estudantes na atividade			*
Área da atividade onde o estudante se encontra		X	
Execução da atividade	X	X	
Tempo de duração da execução de cada atividade unitária		X	
Tempo de duração geral da atividade	X	X	
Lista de atividades concluídas			*
Dados coletados na execução da atividade	X	X	
Dificuldades na execução da atividade		X	
Apresentação de ideias para a execução das atividades		X	
Ações de criação coletiva de estratégias para executar a atividade	X	X	
Comunicação entre os estudantes na execução das atividades	X	X	
Compartilhamento de informações na execução das atividades	X	X	
Resultado final da atividade			X
Necessidade de <i>feedback</i> na execução da atividade			X
Conquista de códigos na execução da atividade	X	X	
Percepção de construção do conhecimento			X
Satisfação dos estudantes com a aprendizagem			X

* aspectos não registrados .

A falta de consciência do professor sobre as atividades das equipes desacompanhadas na prática MOBinvent resultou que, dos aspectos relevantes a monitorar, a consciência do professor foi promovida em apenas dois deles: a motivação, no início da atividade, quando todos os estudantes estavam reunidos em equipes, e os resultados da atividade, no momento final da mesma, quando da chegada das equipes com os códigos para inserir no programa. Contudo, estar consciente da motivação inicial de uma atividade e o resultado final da mesma não é o mesmo que acompanhar o processo: durante a realização das atividades pode haver ocorrências totalmente ignoradas pelo professor se este avaliar apenas o início e o final da atividade.

Em relação ao acompanhamento, ao contrário do que ocorreu na atividade MOBinvent, em situação regular de aula dificilmente haverá disponibilidade de 3 docentes para acompanhar os alunos. Mesmo com três professores auxiliando no monitoramento, apenas 33% das equipes

puderam ser acompanhadas (3 das 9 equipes), significando que, se as atividades envolverem mais alunos ou atividades em dupla ou individuais, torna-se impossível para um único professor acompanhar todos os alunos em atividades em movimento em espaços amplos sem auxílio.

Na roda de conversa e autoavaliação os estudantes aprovaram a validade da prática MOBinvent, destacando o desenvolvimento da narrativa, trabalho em equipe, a TD da RA, a criação dos enigmas, a interação com os códigos e a melhor compreensão da estrutura de um programa de computador. Opiniões positivas sobre o projeto foram a maioria (93%) e as opiniões negativas (7%), igualmente legítimas e não de todo inesperadas, ocorreram em relação à simplicidade das atividades, que a expectativa seriam jogos mais complexos. Nesse sentido, reforçou-se junto à turma o caráter cooperativo da prática MOBinvent, e não a competição ou comparação com jogos comerciais. De modo geral, a avaliação final da prática MOBinvent apresentou satisfação dos estudantes, que destacaram positivamente a exposição dos objetivos e conteúdos, a disponibilidade docente, a organização e aproveitamento do tempo, as possibilidades a explorar e o estímulo à aprendizagem.

8. CONCLUSÕES

Após a finalização deste estudo de caso, que analisou como o monitoramento de aspectos relevantes de atividades de aprendizagem em movimento permitem ao professor tomar consciência do que ocorre no processo, as unidades de análise trouxeram elementos de prova que constituíram cadeias de evidências a respeito das proposições, clarificando quais aspectos contribuem para que essa consciência seja maior nas atividades acompanhadas em relação às realizadas pelos estudantes sem acompanhamento.

Entre as principais conclusões do estudo, constatou-se que a falta de dados em tempo real sobre as atividades realizadas pelos estudantes sem acompanhamento limitou a consciência docente necessária para a orquestração pedagógica, restringindo a mediação e consequentes implicações para a aprendizagem apenas aos momentos iniciais e finais, não ao decurso das atividades.

Fundamental na aprendizagem, seja em espaços físicos ou *online*, avançar do simples registro e tornar o professor consciente do que está ocorrendo possibilita a mediação ainda durante o processo, garantindo maior efetividade e apoio na promoção da aprendizagem. Instrumentos diversificados, como observação direta, relatos, entrevistas, depoimentos em rodas de conversa e registros no ambiente *online*, imagens e áudios registrados pelos estudantes no decorrer da prática possibilitaram visão abrangente da prática, confirmando a percepção de aspectos que ocorreram fora do campo visual do pesquisador: detalhes da execução das atividades, divergências entre os estudantes, demora e problemas na execução das atividades e necessidade de ajuda e *feedback*. Resultados positivos também emergiram dessa amplitude instrumental, como a constatação de que a forma de registrar o resultado das atividades propositalmente não explicitada aos estudantes, fez emergir nestes a apropriação autônoma de registros em imagem, áudio e vídeo.

A significativa quantidade de dados recolhidos pelos alunos sem acompanhamento docente durante o MOBinvent revela a necessidade de estratégias que possibilitem coletar e apresentar esses dados ao professor que, sem estes, apresenta um baixo nível de consciência sobre o processo, afetando a assertividade da orquestração e as possibilidades de mediação

pedagógica. Dada a diversidade de elementos e o risco de dispersão da atenção do professor em tarefas de coleta dos mesmos, afigura-se-nos provável que essas estratégias tenham necessidade de soluções tecnológicas que auxiliem na coleta, consolidação e apresentação de dados da atividade ao professor.

Trabalhos futuros poderão focar-se no desenvolvimento de soluções com pouca intensidade tecnológica, como sinalização verbal ou sonora, ou registros coloridos, itens marcadores, ou outras. Apesar de viáveis, tais soluções não suprem o espectro total de aspectos relevantes para a promoção da consciência do professor. Sem recolha automatizada de dados, há a exigência de que os atores interrompam seu curso de ação para efetuar sinais ou confirmação de realização, possibilitando erro de sinalização, registro ou interpretação. Também o professor, durante o processo de registro com pouca intensidade pedagógica necessita de atender aos aspectos maquinais e administrativos desse registro, desviando a atenção do ato pedagógico. Por isso, recomendamos a exploração de soluções baseadas em tecnologia digital atual, como *dashboards online* compartilhados entre estudantes e professor, para libertar o docente de aspectos de registro administrativo e lhe permitam focar a atenção nos aspectos de orquestração pedagógica. Em particular, para viabilizar a aquisição automática de dados de monitorização de todos os aspectos, sem esta disrupção e com maior fiabilidade na qualidade dos dados deve se atender ao potencial das tecnologias IoT (*Internet of Things*, ou Internet das Coisas), com sensores incorporados em objetos do cotidiano, de pequeno formato e portáteis, inseridos pervasivamente no espaço de aprendizagem. Estes permitem obter automaticamente dados de suporte à identificação de aspectos das práticas pedagógicas.

No sentido de explorar este potencial, está em andamento a conceção de um artefato com características de sensoriamento, identificação única e processamento distribuído da IoT, para monitorar os aspectos apontados neste estudo, coletar e enviar os dados à nuvem, consolidar os mesmos conforme a necessidade e disponibilizá-los ao professor, possibilitando orquestração e mediação da aprendizagem em tempo real, incluindo um canal de comunicação direta entre os estudantes e o professor, hibridizando a orquestração e oferecendo ao professor liberdade e possibilidade de efetuar uma mediação pedagógica alinhada às necessidades da aprendizagem em movimento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem o apoio recebido.

REFERÊNCIAS

- Afreen, R. (2014). *Bring Your Own Device (BYOD) in Higher Education: Opportunities and Challenges*. <https://www.ijettcs.org/Volume3Issue1/IJETTCS-2014-02-25-117.pdf>
- Backes, L. (2013). *Hibridismo tecnológico digital: Configuração dos espaços digitais virtuais de coexistência*. <https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/3050/1/hibridismo.pdf>
- Backes, L., & Schlemmer, E. (2013). *Práticas pedagógicas na perspectiva do hibridismo tecnológico digital*. <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189126039012.pdf>

- Castells. (2005). *A sociedade em rede*. Paz e Terra.
- Cruz, A., Paredes, H., Fonseca, B., Martins, P., & Morgado, L. (2015). Collaboration in 3D virtual worlds: Designing a protocol for case study research. *11th International Conference on Intelligent Environments, 2015*, 361–372. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-530-2-361>
- di Felice. (2012). Redes Sociais digitais, epistemologias reticulares e a crise do antropomorfismo social. *Revista USP*, 92, 6–19. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i92p6-19>
- di Felice, M. (2018). *Net-ativismo: Da ação social para o ato conectivo*. Pia Sociedade de São Paulo - Editora Paulus.
- Dillenbourg, Jarvela, Sanna, & Fischer, Frank. (2009). *The evolution of research on computer-supported collaborative learning: From design to orchestration*. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-9827-7_1
- Dourish, & Bly. (1992). *Portholes: Supporting Awareness in a Distributed WorkGroup*. <http://grouplab.cpsc.ucalgary.ca/saul/601.13/readings/portholes.pdf>
- Fagundes, L. da C., Maçada, D. L., & Sato, L. S. (1999). Projeto? O que é? Como se faz. In *Aprendizes do futuro: As inovações começaram*.
- Gaver. (2002). *Provocative awareness*. http://www.interaction-venice.com/courses/08-09Lab2/08-09Lab2_uploads/2009/02/gaverprovocativeawareness.pdf
- Hawxwell, L., O'Shaughnessy, M., Russell, C., & Shortt, D. (2019). 'Do you need a kayak to learn outside?': A literature review into learning outside the classroom. *Education 3-13*, 47(3), 322–332. <https://doi.org/10.1080/03004279.2018.1444074>
- Heath, C., Svensson, M. S., Hindmarsh, J., Luff, P., & vom Lehn, D. (2002). Configuring Awareness. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 11(3–4), 317–347. <https://doi.org/10.1023/A:1021247413718>
- Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition* (p. 1–50). The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/171478/>
- Johnson, L., Becker, S. A., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition* (p. 1–52). The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/147472/>
- Kastrup, V. (2007). *A invenção de si e do mundo: Uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição*. Autêntica.
- Latour. (2012). *Reagregando o social: Uma introdução à teoria do ator-rede*. EDUFBA.
- Lima, C. C. de, & Goulart, C. M. T. (2018). *Projeto Jovem Aprendiz Feevale: Formação integral e inserção profissional*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/340595280_PROJETO_JOVEM_APRENDIZ_FEEVALE_formacao_integral_e_insercao_profissional
- Lima, C. C. de, Schlemmer, E., & Morgado, L. C. (2020). *Gerenciamento de atividades de aprendizagem em movimento: Um panorama de problemas e contribuições*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/341447624_GERENCIAMENTO_DE_ATIVIDADES_DE_APRENDIZAGEM_EM_MOVIMENTO_um_panorama_de_problemas_e_contribuicoes
- MacQuarrie, S. (2018). Everyday teaching and outdoor learning: Developing an integrated approach to support school-based provision. *Education 3-13*, 46(3), 345–361. <https://doi.org/10.1080/03004279.2016.1263968>
- Mark,. (2002). *Conventions and Commitments in Distributed CSCW Groups*. <https://www.ics.uci.edu/~gmark/CSCW02-journal.pdf>
- Moreira, J. A., & Schlemmer, E. (2020). Por um novo conceito e paradigma de educação digital onlife. *Revista UFG*, 20. <https://doi.org/10.5216/revufg.v20.63438>
- Morgado, L. C. (2012). *Características e desafios tecnológicos dos mundos virtuais no ensino*. <https://bit.ly/3gODJIm>
- Nichele, A. G., & Schlemmer, E. (2015). Mobile Learning and Bring Your Own Device in Chemistry Teaching. *INTED2015 Proceedings*, 3964–3969. <https://library.iated.org/view/GRUNEWALDNICHELE2015MOB>

- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J., Taylor, J., Sharples, M., Lefrere, P., Lonsdale, P., Naismith, L., & Waycott, J. (2005). *Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment*. 84.
- Pishtari, G., Rodríguez-Triana, M. J., & Väljataga, T. (2019, September). Multi-stakeholder Analytics for Learning Design: A Case Study of Location-based Tools. In *World Conference on Mobile and Contextual Learning* (pp. 94-101).
- Reiss, M. (2012). *Learning Out of the Classroom*. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10024050/>
- Schlemmer, E. (2001). *Projetos de Aprendizagem Baseados em Problemas: Uma metodologia interacionista/construtivista para formação de comunidades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem*. Congresso Internacional de Informática Educativa 2001 Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED, Madrid.
- Schlemmer, E. (2002). *AVA: um ambiente de convivência interacionista sistêmico para comunidades virtuais na cultura da aprendizagem*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Schlemmer, E. (2014a). Gamificação em espaços de convivência híbridos e multimodais: Design e cognição em discussão. *Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade*, 23(42), Article 42. <https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.2014.v23.n42.p%p>
- Schlemmer, E. (2014b). *Laboratórios Digitais Virtuais em 3D: anatomia humana e metaverso, uma proposta em immersive learning*. <https://www.redalyc.org/pdf/766/76632904019.pdf>
- Schlemmer, E. (2015a). Gamificação em contexto de hibridismo e multimodalidade na educação corporativa. *FGV ONline*, 26–49.
- Schlemmer, E. (2015b). *Mídia social em contexto de hibridismo e multimodalidade: O percurso da experiência na formação de mestres e doutores*. <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189141165003.pdf>
- Schlemmer, E. (2016). *Games e Gamificação: Uma alternativa aos modelos de EaD*. <https://www.redalyc.org/pdf/3314/331445859007.pdf>
- Schlemmer, E. (2018). *Projetos de Aprendizagem Gamificados: Uma metodologia inventiva para a educação na cultura híbrida e multimodal*. <https://periodicos.furg.br/momento/article/view/7801/5279>
- Schlemmer, E. (2019). Digital Culture and Qualitative Methodologies in Education. In E. Schlemmer, *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.508>
- Schlemmer, E., Chagas, W., & Schuster, B. (2015). Games e Gamificação na Modalidade EaD: da prática pedagógica na formação inicial em pedagogia à prática pedagógica no ensino fundamental. *Anais do IV Seminário Web Currículo e XII Encontro de Pesquisadores em Currículo: Contextos, Aprendizagem e Conhecimento*.
- Schlemmer, E., & Lopes, D. de Q. (2012). *A Tecnologia-conceito ECODI: uma perspectiva de inovação para as práticas pedagógicas e a formação universitária in VII Congresso Iberoamericano de Docência Universitária, 2012, Porto, Portugal*. https://www.fpce.up.pt/ciie/cidu/publicacoes/livro_de_resumos.pdf
- Schlemmer, E., & Lopes, D. de Q. (2016). Avaliação da aprendizagem em processo gamificados: Desafios para a apropriação do método cartográfico. In *Jogos Digitais e Aprendizagem (Lynn Alvez & Isa de Jesus—Orgs)*. Papirus.
- Schmidt, K. (2002). The Problem with 'Awareness': Introductory Remarks on 'Awareness in CSCW'. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 11(3–4), 285–298. <https://doi.org/10.1023/A:1021272909573>
- Trein, D., & Schlemmer, E. (2009). *PROJETOS DE APRENDIZAGEM BASEADOS EM PROBLEMA NO CONTEXTO DA WEB 2.0: Possibilidades para a prática pedagógica*.
- Yin, R. (2003). *Estudo de caso: Planejamento e métodos* (2ª edição). Bookman.

**EDUPARK - JOGO INTERATIVO AO AR LIVRE COM REALIDADE AUMENTADA:
SATISFAÇÃO DE ALUNOS DE CIÊNCIAS NATURAIS**

EDUPARK- AN INTERACTIVE OUTDOOR GAME WITH AUGMENTED REALITY: SATISFACTION OF
NATURAL SCIENCE STUDENTS

EDUPARK - JUEGO INTERACTIVO AL AIRE LIBRE CON REALIDAD AUMENTADA: SATISFACCIÓN DE
LOS ESTUDIANTES DE CIENCIAS NATURALES

Maria Luísa Ribeiro Gomes¹, Lúcia Pombo², Margarida M. Marques

Universidade de Aveiro, Portugal

CIDTFF, Universidade de Aveiro, Portugal

luisagomes@ua.pt

RESUMO | O artigo reporta um estudo de mestrado em Biologia Aplicada desenvolvido no âmbito do projeto EduPARK. Pretende-se analisar a satisfação de alunos de uma turma do 8º ano em relação à estratégia de ensino adotada (jogo educativo interativo suportado por tecnologias móveis e realidade aumentada num contexto de aprendizagem ao ar livre). Desenvolveu-se e implementou-se um Guião Educativo incluído na aplicação EduPARK, baseado nas metas curriculares de Ciências Naturais do 8º ano. Realizou-se um estudo de caso, com recolha de dados por observação e inquirição por questionário. Os resultados mostram que o uso da aplicação móvel EduPARK, e o facto de possibilitar a realização de atividades em contexto de aprendizagem formal em ambientes ao ar livre, aliada a tecnologias digitais, promovem a atenção e o interesse dos alunos para a aprendizagem de Ciências Naturais. Os alunos revelaram uma perceção positiva em relação ao valor educativo da aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto EduPARK, Satisfação, Tecnologias móveis, Ar livre, Guião Educativo.

ABSTRACT | This article reports a Master's study in Applied Biology developed within the scope of the EduPARK project. It is intended to analyze the satisfaction of an 8th grade class of students regarding the teaching strategy implemented (interactive educational game supported by mobile and augmented reality technologies in an outdoor learning context). An Educational Guide included in the EduPARK app was developed and implemented, based on the Natural Sciences curriculum for the 8th grade. A case study was conducted, with data collection based on observation and questionnaire inquiry. The results show that the use of the EduPARK mobile app, and the fact that it allows to undertake activities in formal learning context in outdoor environments, combined with digital technologies, promotes students' attention and interest in learning Natural Sciences. Students revealed a positive perception regarding the educational value of the app.

KEYWORDS: EduPARK project, Satisfaction, Mobile technologies, Outdoor, Educational Guide.

RESUMEN | El artículo informa de estudio de maestría en Biología Aplicada desarrollado dentro del proyecto EduPARK. Su objetivo es analizar la satisfacción de estudiantes de una clase de 8º año en relación a la estrategia de enseñanza adoptada (juego educativo interactivo compatible con tecnologías móviles y realidad aumentada en un contexto de aprendizaje al aire libre). Se implementó un Guión Educativo desarrollada en la aplicación EduPARK, basada en el plan de estudios de 8º año de Ciencias Naturales. Se llevó a cabo un estudio de caso, con recopilación de datos por observación y cuestionario. Los resultados muestran que el uso de la aplicación EduPARK y el hecho de que permite actividades en contexto formal al aire libre, combinados con tecnologías digitales, promueven la atención e interés de los estudiantes en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Los estudiantes revelaron una percepción positiva con respecto al valor educativo de la aplicación.

PALABRAS CLAVE: Proyecto EduPARK, Satisfacción, Tecnologías móviles, Aire libre, Guión Educativo.

1. INTRODUÇÃO

Este estudo integra-se na dissertação de mestrado em Biologia Aplicada da Universidade de Aveiro de Gomes (2019), desenvolvido no âmbito do projeto EduPARK. Esta investigação pretende associar estratégias de aprendizagem móvel, realidade aumentada aprendizagem baseada no jogo para promover a aprendizagem formal de Ciências Naturais em contexto ao ar livre.

De forma a contribuir para colmatar as falhas no ensino descontextualizado da disciplina de Ciências Naturais (Li & Tsai, 2013), surgiu o problema desta investigação que se centra na importância de promover oportunidades de Educação em Ciências em contextos reais próximos dos alunos, potenciando a motivação para a aprendizagem nesta área de ensino. Assim, criou-se e implementou-se um Guião Educativo que alia um jogo educativo a recursos de realidade aumentada, intitulado “3º CEB, 8º Ano - CN”, integrado na app EduPARK, a ser explorado estritamente no Parque Infante D. Pedro, em Aveiro.

O estudo de mestrado pretende contribuir para dar resposta à seguinte questão de investigação: Qual o contributo da aplicação móvel EduPARK para a aprendizagem de Ciências Naturais em alunos de uma turma do 8º ano do Ensino Básico em contexto ao ar livre? O estudo de mestrado conduzido tem dois objetivos: i) analisar o conhecimento de conteúdos curriculares de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade adquirido através do uso da aplicação EduPARK e ii) compreender a satisfação dos alunos em relação à estratégia de ensino adotada. Este artigo foca-se apenas no objetivo ii) compreender a satisfação dos alunos em relação à estratégia de ensino adotada.

O presente artigo está organizado em sete secções, em que a primeira secção corresponde à Introdução aqui apresentada.

A segunda secção – Revisão da Literatura – integra a literatura consultada relativamente aos temas orientadores da investigação e aborda conceitos como aprendizagem móvel, realidade aumentada, aprendizagem baseada no jogo, e, por fim, contextos de educação ao ar livre. Seguidamente, é feita uma contextualização do projeto EduPARK, e sua aplicação móvel, no âmbito do qual se enquadra o presente estudo.

Relativamente à terceira secção – Metodologia – apresenta os métodos de investigação desenvolvidos e fundamenta o enquadramento do estudo numa metodologia de estudo de caso com análise de dados qualitativos e quantitativos. Seguidamente, descreve-se o Guião Educativo e o desenvolvimento da investigação, no que diz respeito aos participantes e às técnicas e instrumentos de recolha de dados. Finalmente, descreve-se a análise de dados.

Na quarta secção – Resultados – são apresentados os principais resultados que permitem alcançar o objetivo de investigação delineado, tendo em consideração a análise dos inquéritos por questionário aplicados aos alunos e da grelha de observação preenchida pelos monitores (investigadores e professores que acompanhavam as crianças na atividade).

Na quinta secção – Discussão – é realizada a discussão dos resultados obtidos, recorrendo à sua triangulação através dos diferentes instrumentos de recolha de dados.

Na sexta secção – Conclusões – são apresentadas as principais conclusões, tendo em conta a análise efetuada, de forma a contribuir para dar resposta à questão de investigação e objetivo apresentado inicialmente, relacionando-o com os resultados obtidos.

Finalmente, na sétima secção – Implicações – é apresentada uma reflexão final onde são referidas as implicações do estudo no campo de investigação e constrangimentos identificados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em virtude da evolução das tecnologias móveis e da sua utilização pelos alunos, surgiu a adoção de equipamentos digitais como ferramentas de ensino (Mascheroni & Cuman, 2014). Surge assim um conceito educacional, denominado de aprendizagem móvel (Moura, 2011), que pode ser definido como uma aprendizagem com recurso à exploração de tecnologias móveis e sem fio, de forma a facilitar e apoiar o alcance do ensino e da aprendizagem (Hashemi *et al.*, 2011).

Os dispositivos móveis podem suportar tecnologias emergentes, como a realidade aumentada (RA). A integração destas tecnologias, no contexto educativo, pode promover a motivação dos alunos, contribuindo para um melhor desempenho no conhecimento dos conteúdos curriculares. A RA é uma tecnologia que permite sobrepor ou alinhar elementos virtuais (como texto, áudio, imagens fixas ou em movimento ou até mesmo modelos 3D) com objetos reais do ambiente físico, em tempo real, produzindo uma nova experiência (Pombo & Marques, 2017a).

O recurso à RA, especialmente em jogos educativos, como no projeto EcoMOBILE (Kamarainen *et al.*, 2013) e em *Environmental Detectives*, desenvolvido por Squire & Klopfer (2007), possibilita aos alunos a partilha de objetivos de grupo, aumentando o seu interesse para a aprendizagem de conteúdos relacionados com a Ciência. Contribui ainda para o desenvolvimento de competências colaborativas, para além de aumentar a capacidade de organização e de resolução de problemas.

O conceito de aprendizagem baseada no jogo refere-se ao uso de jogos para melhorar a aprendizagem e desenvolver competências, de forma a providenciar aos jogadores / alunos uma sensação de alcance de resultados (Pombo & Marques, 2017a). A aprendizagem baseada no jogo tem a capacidade de criar uma ponte entre os mundos “real” e “virtual”, aumenta a motivação dos alunos, promove trabalho colaborativo e competências sociais, assim como a tomada de decisões e iniciativas através da resolução de problemas. Estas competências, podem ser incrementadas quando a aprendizagem móvel e seus recursos, nomeadamente a RA, se combina com a aprendizagem baseada no jogo (Giannakas *et al.*, 2018).

A educação em contexto ao ar livre refere-se a atividades de aprendizagem estruturadas que ocorrem fora do ambiente de sala de aula; mais frequentemente, numa paisagem natural ou cultural próxima ou até mesmo em terreno escolar (Bentsen *et al.*, 2010). Estudos vários demonstram que atividades desenvolvidas fora da sala de aula potenciam o desenvolvimento dos alunos em termos cognitivos e sociais (Dadvand *et al.*, 2015; Taylor *et al.*, 2009). A autoestima, a criatividade e a atenção dos alunos beneficiam com este tipo de ensino (Wells & Evans, 2003). Os alunos são mais ativos na participação e realização destas atividades, verificando-se um impacto positivo nas relações interpessoais dos alunos e destes com os professores (Fägerstam, 2014). Segundo Pombo *et al.* (2019b), os contextos de aprendizagem ao ar livre permitem aos alunos explorar a natureza enquanto estabelecem conexões com as metas curriculares de uma forma colaborativa.

Tendo em conta o exposto, surge o projeto EduPARK, um projeto de investigação e desenvolvimento que visa desenvolver aprendizagens formais, não-formais e informais (Pombo *et al.*, 2019a) com atividades ao ar livre integradas no currículo escolar, suportadas por tecnologias móveis e recurso a RA por intermédio de uma aplicação móvel interativa. Estas atividades são desenvolvidas no Parque Infante D. Pedro, em Aveiro, o laboratório educativo do projeto (Pombo *et al.*, 2017b).

A aplicação EduPARK integra três guiões interdisciplinares que constituem jogos, dirigidos a alunos e professores, relacionados com o plano curricular dos níveis de escolaridade a que se destinam: i) 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB), ii) 2º e 3º CEB, e iii) Ensino Secundário e Superior (Pombo *et al.*, 2019a). Adicionalmente foi criado um Guião para o visitante do parque, em português e em inglês (Pombo *et al.*, 2019a). Estes quatro guiões/jogos foram desenvolvidos pela equipa EduPARK, constituindo os guiões principais da aplicação.

Os jogos estão organizados em quatro etapas, que correspondem a diferentes zonas do Parque (ver apêndice 1). No fim de cada etapa dos jogos, os alunos são desafiados a encontrar uma cache (caixa) virtual, em forma de “baú de tesouro”, associada a marcadores de RA. Os marcadores de RA são imagens que se encontram em placas informativas de identificação de espécies vegetais, placas informativas de monumentos e azulejos existentes no Parque Infante D. Pedro. No caso do Projeto EduPARK, os conteúdos de RA são acessíveis através da leitura do marcador com a câmara do dispositivo móvel usando a aplicação (Pombo & Marques, 2017a).

A procura de caches virtuais assenta em princípios de *Geocaching* e aumenta o envolvimento e motivação dos utilizadores (Pombo *et al.*, 2019a). De acordo com Pombo *et al.* (2019a, p. 50), “O objetivo do jogo é responder corretamente ao maior número de questões possível, acumulando pontos. Ganha o grupo ou utilizador que acertar em mais questões”. A exploração desta aplicação, em visitas de estudo e atividades ao ar livre, é algo inovador em termos educativos e promove a motivação e interesse dos alunos (Neto & Pombo, 2017).

Neste estudo, foi realizada uma atividade EduPARK, no Parque Infante D. Pedro, com exploração do Guião Educativo produzido pela primeira autora deste estudo. O Guião foi explorado por uma turma do 8º ano de escolaridade, em contexto de aprendizagem formal, no âmbito da disciplina de Ciências Naturais. Procedeu-se à análise do Guião Educativo “3º CEB, 8º Ano - CN”, uma vez que surge no âmbito da dissertação de mestrado desenvolvida. O referido Guião difere dos restantes guiões do projeto na medida em que é disciplinar e específico para o 8º ano de escolaridade. Do mesmo modo, esta investigação consiste num estudo de caso, enquanto os restantes guiões foram desenvolvidos seguindo um *design-based research*, seguidos do estudo do seu valor educativo e usabilidade (Pombo *et al.*, 2017a).

3. METODOLOGIA

Nesta secção apresenta-se a metodologia que se desenvolve a partir da questão de investigação anteriormente definida.

3.1 Opções Metodológicas

Esta investigação consiste num estudo de caso e enquadra-se numa metodologia mista que integra tanto o paradigma quantitativo como qualitativo, embora o qualitativo seja predominante (Gomes, 2019).

O presente trabalho reporta um estudo de caso onde se pretende, como referido previamente, determinar o grau de satisfação de alunos de uma turma do 8º ano em relação à estratégia de ensino adotada (jogo educativo interativo suportado por tecnologias móveis e realidade aumentada num contexto de aprendizagem ao ar livre). O estudo foi realizado através de uma atividade decorrida no Parque Infante D. Pedro, em Aveiro, que envolveu a exploração de um Guião Educativo integrado na aplicação EduPARK.

3.2 O Guião

O processo de desenvolvimento do Guião Educativo foi longo, sendo que se realizaram quatro versões do Guião. Decorreram várias visitas ao Parque Infante D. Pedro e foram feitas as devidas alterações ao Guião até se chegar à versão final. As questões desenvolvidas para o Guião Educativo enquadram-se nas metas curriculares de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade do 3º Ciclo do Ensino Básico. O Guião é composto por 20 perguntas de escolha múltipla, organizadas em quatro etapas principais que correspondem às quatro zonas do Parque (ver apêndice 1) e uma etapa de pré-jogo (“etapa 0”). A etapa 0 é composta por duas perguntas iniciais gerais que servem para integrar os jogadores na lógica do jogo e são comuns aos restantes guiões da aplicação EduPARK por uma questão de conformidade. A “etapa 0” decorre na Zona da Casa de Chá. As restantes 18 questões relacionam-se com as metas de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade. O mapa do Parque Infante D. Pedro encontra-se no apêndice 1. A etapa 1 é constituída por quatro questões, a etapa 2 por cinco, a etapa 3 por cinco e a etapa 4 por quatro. O esquema seguinte (Figura 1) sintetiza as etapas elaboradas:

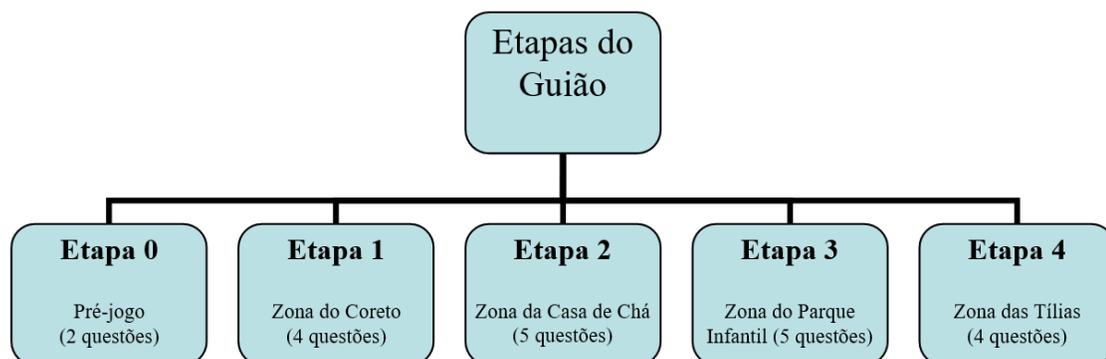


Figura 1 Esquema das Etapas do Guião Educativo

Das 18 questões relacionadas com os objetivos gerais das metas curriculares do 8º ano de escolaridade da disciplina de Ciências Naturais, 16 pertencem ao domínio de “Sustentabilidade na Terra”, sendo que 13 pertencem especificamente, ao subdomínio “Ecossistemas” e três ao subdomínio “Gestão Sustentável de Recursos”. Apenas duas questões pertencem ao domínio “Terra - Um Planeta com Vida” e subdomínio “Sistema Terra - da célula à biodiversidade”. O subdomínio “Ecossistemas” está presente em todas as etapas do Guião, o subdomínio “Gestão Sustentável dos Recursos” está presente na etapa 1 e 4 e o subdomínio “Sistema Terra - da célula à biodiversidade”, nas etapas 1 e 3. Deste modo, é dado maior destaque ao subdomínio “Ecossistemas”, uma vez que os utilizadores têm a possibilidade de explorar *in loco* a dinâmica dos ecossistemas, compreender os seus níveis de organização e importância da sua preservação no Parque Infante D. Pedro através de questões sobre uma parte bastante abrangente dos conteúdos curriculares de Ciências Naturais. A base do Guião Educativo encontra-se disponível no Google *drive* da primeira autora (https://drive.google.com/file/d/1kBUKEV-RxawVs1f9bygF_s06b_xVkvO/view). O processo de validação das questões foi realizado pela equipa do projeto EduPARK. As devidas alterações foram realizadas de acordo com as sugestões dos validadores, chegando-se a uma versão final, considerada apta para a atividade de implementação deste estudo.

3.3 Participantes no caso de estudo

A investigação decorreu no ano letivo 2018/2019. A atividade alvo do estudo realizou-se no Parque Infante D. Pedro, durante uma aula de Ciências Naturais e envolveu uma turma do 8.º ano de escolaridade de uma escola da zona de Aveiro. A turma é composta por 28 alunos, tendo 25 participado na atividade. Destes 25, um dos alunos não preencheu o questionário de satisfação. Adicionalmente, não se recolheram dados sociodemográficos dos alunos uma vez que não são relevantes para alcançar o objetivo da investigação delineado: "compreender a satisfação dos alunos em relação à metodologia de ensino adotada". Para garantir um bom funcionamento das atividades do projeto EduPARK, os alunos costumam formar grupos antes das mesmas. Do mesmo modo, nesta atividade, os alunos foram agrupados em cinco grupos de 4 alunos e um grupo de 5 alunos. Cada grupo foi acompanhado por um monitor (investigador ou professor) durante a atividade de exploração do Guião, incluindo a primeira autora deste estudo. O número de grupos formado estava relacionado com o número de monitores disponíveis. À semelhança ao descrito aqui, os professores em exercício poderão realizar atividades de exploração da aplicação EduPARK com os seus alunos, independentemente da disponibilidade da equipa do EduPARK, solicitando colaboração e acompanhamento de outros professores, auxiliares da escola ou mesmo encarregados de educação de alunos da turma.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

As técnicas de recolha de dados usadas neste estudo de caso foram a observação e a inquirição (Gomes, 2019). A observação realizou-se com o apoio de uma grelha de observação de comportamento (apêndice 2). Esta grelha de observação foi desenvolvida com base em grelhas criadas no âmbito do projeto EduPARK e adaptadas, tendo em conta os objetivos do estudo. A referida grelha foi entregue a cada um dos seis monitores que acompanhou os grupos de alunos no início da atividade de exploração do Guião. No decorrer da atividade cada monitor preencheu a grelha de observação de comportamento do grupo de alunos que acompanhou, tendo em conta duas categorias abrangentes: “motivação para a atividade e estratégia de ensino adotada” e

“motivação para a aprendizagem e aquisição de conhecimento”. Cada categoria compreendia aspetos a observar distintos. Neste artigo apenas será explorada a categoria: “motivação para a atividade e estratégia de ensino adotada”, de acordo com o objetivo da investigação: “compreender a satisfação dos alunos em relação à estratégia de ensino adotada”.

A categoria “motivação para a atividade e estratégia de ensino adotada” da grelha de observação compreende os seguintes aspetos a observar: a) “Os alunos revelam entusiasmo pela possibilidade de aprendizagem de Ciências Naturais ao ar livre”, b) “Os alunos demonstram motivação para aprender através de um jogo educativo com recurso a dispositivos móveis (aplicação móvel EduPARK)” e c) “Os alunos aparentam estar satisfeitos com as potencialidades da aplicação, nomeadamente da RA, para adquirir/consolidar conhecimentos”. Para cada aspeto a observar, os monitores colocavam um “X” em “Verifica-se” ou “Não se Verifica”.

Foi solicitado o grau de concordância em relação a um conjunto de afirmações, segundo uma escala nominal de Likert. Tal como Brooke (1996) indica, foram usados exemplos de afirmações que levam a expressões extremas da opinião a ser recolhida (afirmações positivas e negativas), para que seja solicitado aos inquiridos que classifiquem o seu grau de satisfação numa escala de Likert, que varia em cinco pontos, de “discordo totalmente” (1) a “concordo totalmente” (5).

No âmbito desta investigação, criou-se uma escala de Likert baseada na escala de SUS criada por Brooke (1996), intitulada de “Escala do Valor Educativo da aplicação EduPARK” (tabela 1), integrada nos questionários de satisfação. A escala de SUS é composta por 10 itens, cada um é associado a uma escala de cinco pontos e fornece uma visão global de avaliação da usabilidade (facilidade de utilização) do sistema em estudo.

Deste modo, com apoio da equipa EduPARK, criou-se ainda um inquérito por questionário que visou analisar a satisfação dos alunos participantes na atividade, denominado “Questionário: Atividade com a aplicação móvel EduPARK” (apêndice 3). O questionário implementado tinha o objetivo de recolher dados em relação ao nível de satisfação dos participantes em relação à atividade de exploração do Guião. O questionário de satisfação é dividido em duas partes: i) “O que acho sobre o valor da aplicação EduPARK para aprender”, constituída por 10 afirmações adaptadas das apresentadas, em inglês, em Pombo e Marques (2017a), e ii) “O que acho da atividade de exploração do Guião”, constituída por três afirmações e ainda um espaço para os alunos escreverem um comentário com a sua opinião em relação ao jogo, ao facto de usarem o dispositivo móvel e de realizarem a atividade ao ar livre. O processo de validação das questões foi realizado pela equipa do projeto EduPARK.

3.5 Análise de dados

De forma a analisar os dados da primeira parte dos questionários de satisfação, “O que acho do valor da aplicação EduPARK para aprender” (gráfico 1) realizou-se uma análise estatística descritiva. A presente análise baseou-se na análise realizada por Brooke (1996), tendo-se efetuado um cálculo semelhante ao de Brooke para determinar o valor de SUS, que representa uma medida de usabilidade absoluta do sistema em estudo. Desta forma, o valor da Escala do Valor Educativo da aplicação EduPARK é calculado da forma que se apresenta de seguida.

Inicialmente soma-se as contribuições da pontuação de cada item. A contribuição da pontuação de cada item varia de 0 a 4. Para os itens 1, 3, 5, 7, 9 e 10 a contribuição da pontuação

é a posição na escala de Likert menos 1. Para os itens 2, 4, 6, e 8, a contribuição é 5 menos a posição na escala. Posteriormente, multiplica-se a soma das pontuações por 2,5 para obter o valor total de SUS. O valor da Escala do Valor Educativo da aplicação EduPARK tem um intervalo de 0 a 100, tal como as pontuações de SUS, sendo que cada questão tem um contributo de 10 pontos.

Também foi feita estatística descritiva que envolve o cálculo da média dos valores da Escala do Valor Educativo da aplicação EduPARK e construção de um gráfico para averiguar o valor da aplicação EduPARK para a aprendizagem dos alunos envolvidos, de acordo com a sua perspetiva.

Para analisar os dados da segunda parte dos questionários de satisfação, “O que acho da atividade de exploração do Guião”, procedeu-se inicialmente a uma análise estatística descritiva com construção de gráfico para averiguar o grau de satisfação dos alunos acerca de várias características da atividade (gráfico 2).

Posteriormente, procedeu-se à análise de conteúdo com definição de categorias para estudar a resposta dos alunos à questão de resposta aberta referente à sua opinião acerca da atividade no que diz respeito ao jogo, uso de dispositivos móveis e contexto ao ar livre. Foram criadas subcategorias que emergem dos dados, de forma a construir tópicos relevantes para aferir se os alunos se encontram satisfeitos em relação à estratégia de ensino, de forma semelhante a Pombo *et al.* (2019b). O objetivo do estudo de Pombo *et al.* (2019b) era determinar a perceção dos alunos em relação à usabilidade e funcionamento da aplicação EduPARK. Através da análise de conteúdo os autores criaram categorias baseadas nas perceções dos alunos sobre a aplicação (Pombo *et al.*, 2019b).

Adicionalmente calculou-se a frequência de apreciação positiva e negativa para cada subcategoria, correspondente ao número de alunos que tem a mesma opinião acerca da atividade. Calculou-se também a frequência total que corresponde à soma das frequências positiva e negativa. O processo de validação das categorias e subcategorias definidas foi realizado pela equipa do projeto EduPARK.

Por fim, a análise da grelha de observação consistiu na construção de uma tabela com a grelha e frequência de observação dos respetivos aspetos observados pelos monitores.

Durante o processo do tratamento de dados recorreu-se à triangulação múltipla. A triangulação múltipla ocorre quando os investigadores combinam, numa investigação, diversos tipos de triangulação. Para Denzin (2017) a triangulação múltipla combina as vantagens provenientes de diferentes técnicas de triangulação. Por esta razão, recorreu-se à triangulação múltipla neste estudo, suportada por: i) triangulação de dados (uma vez que os dados foram recolhidos através da grelha de observação de comportamento e de questionários de satisfação), ii) triangulação de investigadores (para além da investigadora, os restantes monitores presentes na atividade de implementação do Guião preencheram o instrumento “Grelha de Observação” entregue) e iii) triangulação metodológica (a investigadora recorreu aos métodos de observação e inquirição), permitindo o estabelecimento de ligações entre os resultados obtidos e promovendo uma melhor compreensão dos resultados.

4. RESULTADOS

Esta secção destina-se à apresentação dos resultados obtidos neste estudo, que estão organizados em função do objetivo de investigação anteriormente referido.

O gráfico 1 mostra a percepção geral dos alunos em relação ao valor da aplicação EduPARK para a sua aprendizagem. A maioria dos alunos (79%) concorda totalmente (opção 5 da escala), com as afirmações positivas da escala de SUS e discorda totalmente (opção 1 da escala) das afirmações negativas (68%).

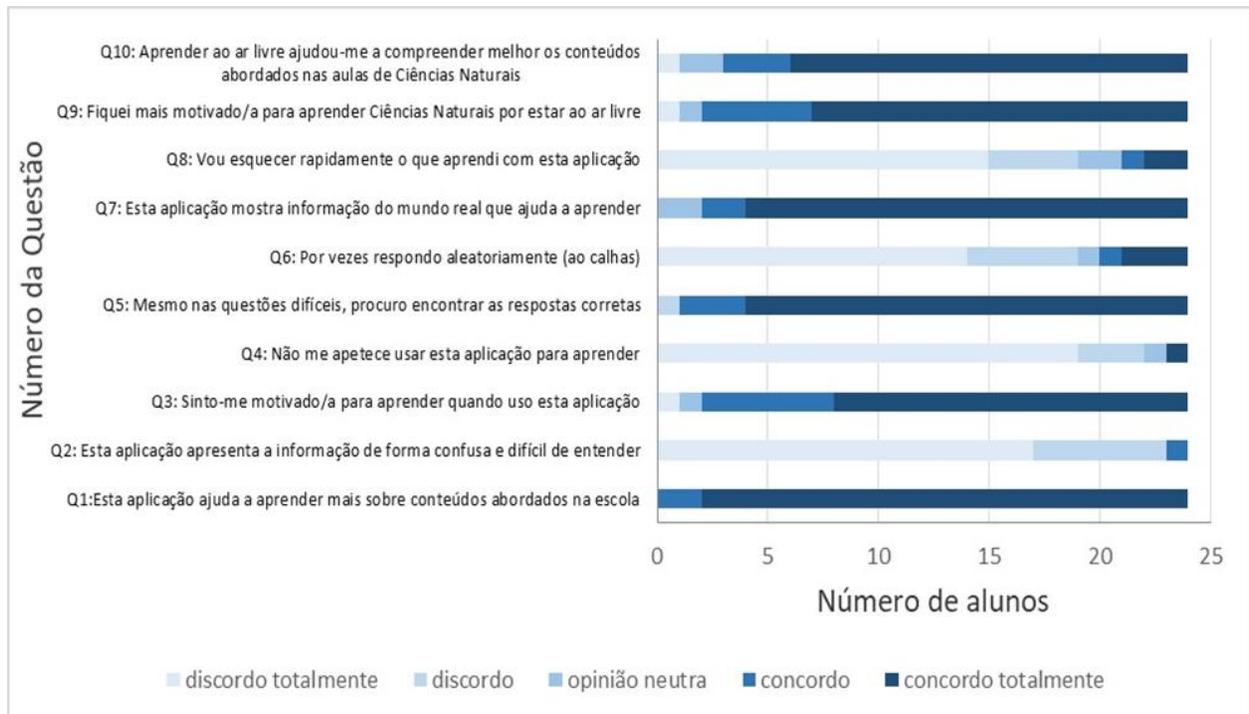


Gráfico 1 Respostas à Parte 1 do Questionário de Satisfação “O que acho do valor da aplicação EduPARK para aprender”

Calculou-se o valor da Escala do Valor Educativo da Aplicação EduPARK para cada aluno e, posteriormente, calculou-se um valor médio. Os valores variaram de 55 a 100, com uma classificação média de 88,9 (Tabela 1).

Tabela 1- Escala do Valor Educativo da Aplicação EduPARK

Número do Questionário de Satisfação	Escala do Valor Educativo da aplicação EduPARK
Aluno 1	95,0
Aluno 2	100,0
Aluno 3	55,0
Aluno 4	100,0
Aluno 5	100,0
Aluno 6	90,0
Aluno 7	92,5
Aluno 8	100,0
Aluno 9	75,0
Aluno 10	90,0
Aluno 11	100,0
Aluno 12	100,0
Aluno 13	95,0
Aluno 14	82,5
Aluno 15	100,0
Aluno 16	60,0
Aluno 17	100,0
Aluno 18	100,0
Aluno 19	50,0
Aluno 20	97,5
Aluno 21	100,0
Aluno 22	87,5
Aluno 23	100,0
Aluno 24	62,5

A segunda parte do questionário de satisfação, “O que acho da atividade de exploração do Guião”, serve para determinar a satisfação dos alunos em relação à atividade de exploração do Guião, ao jogo, à utilização de dispositivo móvel e ao contexto de ar livre.

Quando questionados especificamente sobre “Estou satisfeito/a com a atividade de exploração do Guião porque envolve um jogo educativo” (questão 11), é possível observar, através do gráfico 2, que 20 alunos responderam que concordam totalmente, selecionando o nível 5; um aluno concorda e três alunos permanecem neutros.

Relativamente à questão do questionário: “Estou satisfeito/a com a atividade de exploração do Guião porque envolve usar um dispositivo móvel” (questão 12), pela análise do gráfico 2 verificou-se que nove alunos afirmam “concordo totalmente”, 11 “concordo”, três têm opinião neutra e um aluno discorda totalmente da afirmação.

Pela análise do gráfico 2, no que diz respeito à afirmação “Estou satisfeito/a com a atividade de exploração do Guião, porque envolve explorar o parque/estar ao ar livre” (questão 13), é possível constatar que a maioria dos alunos (19) afirma que concorda totalmente.

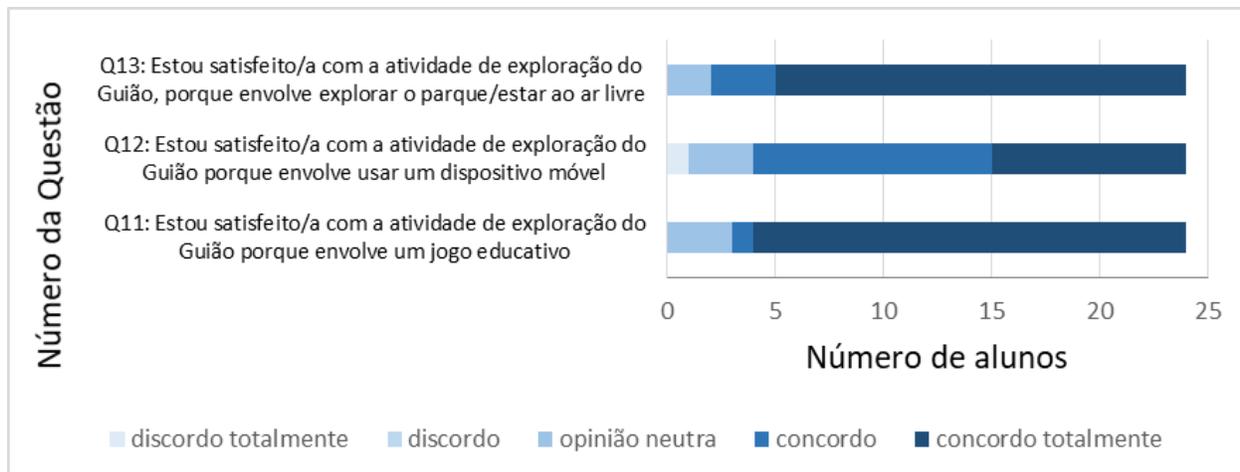


Gráfico 2 Respostas à Parte 2 do Questionário de Satisfação “O que acho da atividade de exploração do Guião”

A tabela 2 sintetiza a análise de conteúdo e apresenta um exemplo de citação dos textos elaborados pelos alunos que participaram na atividade.

Tabela 2- Opinião dos alunos acerca da atividade e algumas das suas características (atividade com recurso a um jogo, uso de dispositivos móveis e em contexto ao ar livre).

Categorias	Subcategorias	Exemplo de citação	Frequência de apreciação		Frequência total
			+	-	
Opinião geral acerca da atividade	Original	“Na minha opinião é uma atividade original (...).” Q5	1	0	1
	Educativa	“(…) fiquei a aprender coisas muito interessantes.” Q20	3	0	3
	Divertida	“As aulas são muito divertidas.” Q23	2	0	2
	Boa	“Acho muito bom este tipo de atividades.” Q14	4	0	4
Opinião sobre a utilização de dispositivos móveis	Aumenta o entusiasmo	“(…) a presença de um dispositivo móvel torna-o muito mais atrativo.” Q7	5	0	5
	Aumenta a atenção	“(…) acho também que é mais fácil de prestar atenção por ser no telemóvel.” Q1	3	0	3
Opinião em relação à atividade se realizar ao ar livre	Interessante	“Eu acho muito interessante aprender ao ar livre (...).” Q16	4	0	4
	Promove experiências em contexto real	“(…) é melhor aprender ao ar livre porque podemos ver mesmo as coisas e explorá-las melhor.” Q9	3	0	3
	Aumenta o entusiasmo	“(…) a realização ao ar livre ajuda ao entusiasmo.” Q6	3	0	3

Categorias	Subcategorias	Exemplo de citação	Frequência de apreciação		Frequência total
			+	-	
Opinião acerca do jogo	Divertido	“(…) é muito divertido e interessante por ser ao ar livre e podermos aprender enquanto corremos e nos divertimos.” Q1	5	0	5
	Educativo	“(…) jogo educativo, podemos usar um telemóvel e estamos ao ar livre.” Q13	10	0	10
	Interessante	“Muito interessante e muito educativo.” Q21	6	2	8
	Cansativo	“O jogo é legal, mas fica muito cansativo e isso faz perder o interesse (…).” Q22	1	0	1

Segundo os dados sintetizados na tabela 2, dez alunos opinaram em relação à atividade, oito em relação à utilização de dispositivos móveis, dez em relação à atividade se realizar ao ar livre e 24 em relação ao jogo.

Os dados da tabela 2 sugerem que a maioria das produções escritas pelos alunos, em relação à opinião geral acerca da atividade, se enquadra nas subcategorias “Boa” e “Educativa”, uma vez que sete alunos em dez manifestaram esta opinião. Em relação à opinião sobre a utilização de dispositivos móveis, a maioria dos alunos (oito alunos) refere que o seu entusiasmo e atenção aumentou com o uso desses dispositivos. Quanto à categoria “Opinião em relação à atividade se realizar ao ar livre”, os alunos consideram que esse fator é interessante, sendo que promove experiências em contexto real e aumenta o entusiasmo. Por fim, quanto à categoria “Opinião acerca do jogo”, dez alunos consideram o jogo “Educativo”, sendo que esta categoria se destaca. Os alunos também afirmam que o jogo é divertido e interessante.

De modo a sintetizar as grelhas de observação em relação à categoria “Motivação para a Atividade e estratégia de ensino adotada”, preenchidas pelos monitores durante a atividade de exploração do Guião Educativo, construiu-se a tabela 3.

Tabela 3- Síntese das grelhas de observação dos monitores em relação à categoria “Motivação para a Atividade e estratégia de ensino adotada” e respetivas frequências de observação

	Aspetos a observar	Monitor 1	Monitor 2	Monitor 3	Monitor 4	Monitor 5	Monitor 6	Frequência de observação
Motivação para a Atividade e estratégia de ensino adotada	a) Os alunos revelam entusiasmo pela possibilidade de aprenderem Ciências Naturais ao ar livre.	X	X	X	X	X	X	6
	b) Os alunos demonstram motivação para aprender através de um jogo educativo com recurso a dispositivos móveis (aplicação móvel EduPARK).	X	X	X	X	X	X	6
	c) Os alunos aparentam estar satisfeitos com as potencialidades da aplicação, nomeadamente da RA, para adquirir/consolidar conhecimentos.	X	X	X	X	X	X	6

Observando a categoria “Motivação para a Atividade e estratégia de ensino adotada” da tabela 3 é possível verificar que todos os monitores referiram ter observado nos alunos entusiasmo pela possibilidade de aprender Ciências Naturais ao ar livre, motivação para aprender através da aplicação móvel EduPARK e satisfação com as potencialidades da aplicação, nomeadamente da RA, para adquirir/consolidar conhecimentos.

Em suma, os resultados obtidos neste estudo revelam uma tendência nos alunos participantes para considerarem que a aplicação EduPARK tem valor educativo para a sua aprendizagem, revelando ainda satisfação e entusiasmo com a onde exploram um jogo educativo com RA, suportado por dispositivos móveis ao ar livre.

5. DISCUSSÃO

Face aos resultados apresentados na secção anterior, procede-se à sua análise e discussão. Em relação à primeira parte dos questionários de satisfação entregues aos alunos “O que acho do valor da aplicação EduPARK para aprender”, a análise do gráfico 1 indica, no geral, uma perceção positiva da aprendizagem com a aplicação EduPARK. Estes resultados estão em consonância com os resultados obtidos por Pombo *et al.* (2019b). O estudo destes autores, realizado com alunos do 2º e 3º Ciclo do Ensino Básico, revelou uma excelente usabilidade da aplicação EduPARK para os alunos participantes, com um valor médio de SUS de 85,6. Os resultados da análise dos questionários aplicados aos alunos no mesmo estudo indicam que os alunos reconhecem que a aplicação EduPARK é um recurso para a aprendizagem ao ar livre, que de forma articulada com o currículo, promove a colaboração, fornece *feedback* e aumenta sua motivação para aprender. Segundo os mesmos autores, uma boa usabilidade da aplicação contribui para as perceções positivas reveladas pelos alunos em relação à promoção da aprendizagem.

O valor médio calculado da Escala do Valor Educativo da Aplicação EduPARK aparenta ser elevado, sendo 88,9 numa escala compreendida de 0 a 100. Embora este valor seja alto, não há estudos que permitam classificar qualitativamente a escala usada neste estudo, pois foi criada pela primeira autora e validada pela equipa EduPARK, para ser usada pela primeira vez neste estudo em particular. Esta escala difere da escala criada por Brooke (1996) na medida que foi criada especificamente para este estudo e para os 10 itens da primeira parte do questionário de satisfação (distintos dos itens formulados por Brooke). No entanto, é possível aferir uma tendência para os alunos se encontrarem muito satisfeitos em relação ao valor educativo da aplicação EduPARK.

No que diz respeito à análise das respostas dos alunos à segunda parte do questionário de satisfação, “O que acho da atividade de exploração do Guião”, os resultados das questões do gráfico 2 indicam que os alunos se encontraram: a) extremamente satisfeitos com o facto da atividade de exploração do Guião envolver um jogo educativo; b) satisfeitos com o facto da atividade de exploração do Guião implicar o uso de dispositivos móveis; e c) extremamente satisfeitos com o facto da atividade de exploração do Guião ser realizada em ambiente ao ar livre, o que está de acordo com o previsto por Gomes *et al.* (2019) antes de realizar a atividade de exploração do Guião Educativo “3º CEB, 8º ano - CN”. Gomes *et al.* (2019) previu que a utilização do Guião promovesse a motivação para a aprendizagem de conteúdos em contexto de ar livre. Do mesmo modo, Dadvand *et al.* (2015) e Taylor *et al.* (2009) afirmam que as atividades

educativas desenvolvidas em contexto de ar livre são benéficas para a aprendizagem dos alunos. Estes aspetos analisados são claramente muito valorizados pelos alunos. Os comentários dos alunos referentes à sua opinião “em relação ao jogo, ao facto de terem usado dispositivos móveis e de estarem ao ar livre durante esta atividade” são coerentes com os resultados das questões de resposta fechada (gráfico 2) do questionário de satisfação. Os resultados recolhidos permitem aferir que os alunos se sentiram bastante satisfeitos para aprender conteúdos curriculares através deste tipo de atividades. Da mesma forma, através da observação efetuada pelos monitores da atividade, é possível afirmar que os alunos revelaram entusiasmo ao aprender Ciências Naturais em contextos de ar livre, através de um jogo educativo com recurso a dispositivos móveis.

Em suma, no seu conjunto, os resultados mostram que a aplicação EduPARK, tal como verificado noutros jogos educativos que aliam tecnologias e aprendizagem ao ar livre (Bentsen *et al.*, 2010; Fägerstam, 2014; Kamarainen *et al.*, 2013; Rodrigues, 2017; Wells & Evans, 2003), é uma ferramenta para a aprendizagem.

Qualquer estudo de investigação pode sofrer alguns constrangimentos ao longo da sua realização. Este estudo, ao ser realizado no âmbito de uma dissertação de mestrado, sofreu uma limitação temporal de um ano. O maior constrangimento desta investigação prendeu-se com o tamanho reduzido da amostra, uma vez que apenas se conseguiu garantir a participação de 25 alunos para a implementação do Guião, coincidente com a última semana de aulas do ano letivo. Desta forma, estudos futuros poderão replicar este estudo com várias turmas do 8º ano, o que poderá possibilitar um conhecimento mais aprofundado da satisfação de alunos, a frequentar o 8º ano do Ensino Básico, em relação à estratégia de ensino e aprendizagem de Ciências Naturais promovida pelo projeto EduPARK – jogo educativo suportado por tecnologias móveis e RA num contexto de aprendizagem ao ar livre (específico para o parque Infante D. Pedro).

6. CONCLUSÕES

Após a análise e discussão dos resultados, apresentadas nas secções 4 e 5, procura-se retirar as principais conclusões do estudo.

A investigação mostrou evidências de que os alunos se sentiram muito satisfeitos com o valor da aplicação EduPARK para a sua aprendizagem, reconhecendo o seu valor educativo.

Os dados revelaram também que os alunos se sentiram motivados para a realização da atividade e que se encontraram satisfeitos com a possibilidade de aprenderem Ciências Naturais ao ar livre, através de um jogo educativo com recurso a dispositivos móveis. Em suma, no caso aqui reportado constatou-se que o jogo educativo EduPARK, que alia tecnologias a um contexto de aprendizagem ao ar livre, cativa os alunos para a aprendizagem.

Tendo em conta os resultados obtidos, o uso da aplicação móvel EduPARK e o facto de possibilitar a resolução de problemas realistas em contextos de educação ao ar livre aliado a novas tecnologias despertam o interesse para a aprendizagem de Ciências Naturais em alunos do 8º ano de escolaridade.

7. IMPLICAÇÕES

No caso concreto da investigação que aqui se apresenta, reconhecem-se contributos para a investigação em relação a uma estratégia de ensino baseada num jogo educativo suportado por tecnologias móveis e RA num contexto de aprendizagem ao ar livre, em particular, de Ciências Naturais. Neste sentido, no trabalho apresentado evidenciam-se os seguintes contributos:

i) Os instrumentos de recolha e análise de dados concebidos e validados, uma vez que resultaram instrumentos que podem ser usados noutros percursos investigativos como

- Questionários de satisfação para aferir o grau de satisfação de alunos em relação à estratégia de ensino que tem por base um jogo educativo suportado por tecnologias móveis e RA num contexto de aprendizagem ao ar livre;

- Grelha de observação de comportamento a registar pelos monitores, tendo em conta a observação da “motivação para a atividade e estratégia de ensino adotada” demonstrada pelos alunos.

ii) O Guião Educativo “3º CEB, 8º Ano - CN”, criado especificamente para o 8º ano de escolaridade e baseado nas metas curriculares. O Guião pode ser explorado por alunos deste nível de ensino no Parque Infante D. Pedro em Aveiro, proporcionando uma experiência de aprendizagem ao ar livre com recurso a dispositivos móveis. O guião pode ser descarregado diretamente através do *site* do projeto EduPARK ([http://edupark.web.ua.pt/mobile app](http://edupark.web.ua.pt/mobile_app)) podendo ser explorado em contexto de aprendizagem formal (como foi o caso neste estudo), mas pode também ser explorado em aprendizagem não formal e mesmo informal.

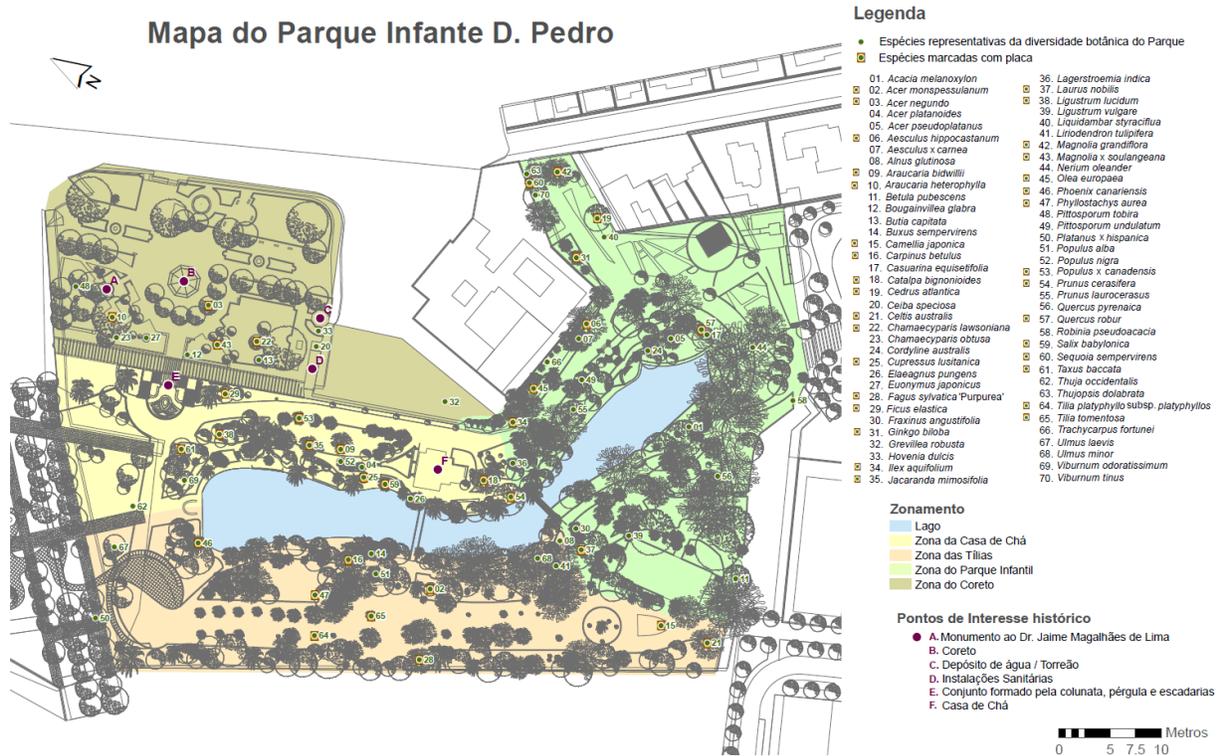
REFERÊNCIAS

- Bentsen, P., Jensen, F. S., Mygind, E., & Randrup, T. B. (2010). The extent and dissemination of udeskole in Danish schools. *Urban Forestry & Urban Greening*, 9(3), 235-243. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2010.02.001>
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7. <https://hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf>
- Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Esnaola, M., Forn, J., Basagaña, X., Alvarez-Pedrerol, M., Rivas, I., López-Vicente, M., Pascual, M. D. C., & Su, J. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(26), 7937-7942. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503402112>
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge.
- Fägerstam, E. (2014). High school teachers' experience of the educational potential of outdoor teaching and learning. *Journal of Adventure Education & Outdoor Learning*, 14(1), 56-81. <https://doi.org/10.1080/14729679.2013.769887>
- Giannakas, F., Kambourakis, G., Papasalouros, A., & Gritzalis, S. (2018). A critical review of 13 years of mobile game-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 66(2), 341-384. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-017-9552-z>
- Gomes, M. L. (2019). “Aprendizagem das Ciências Naturais com recurso à aplicação móvel EduPARK num jogo interativo outdoor”, Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Aplicada. Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, 16 dezembro. 99p. Orientação de Lúcia Pombo e Margarida M. Marques

- Gomes, M.L.; Pombo, L. & Marques, M.M. (2019). Learning of Natural Sciences with the Mobile App EduPARK in an Interactive Outdoor Game, Euro4Science Final Conference, Universidade de Aveiro, 8 de junho
- Hashemi, M., Azizinezhad, M., Najafi, V., & Nesari, A. J. (2011). What is mobile learning? Challenges and capabilities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 2477-2481. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.483>
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Li, M.-C., & Tsai, C.-C. (2013). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877-898. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-013-9436-x>
- Mascheroni, G., & Cuman, A. (2014). *Net Children Go Mobile: final report: deliverables D6. 4 and D5. 2*. Educatt. <https://publicatt.unicatt.it/handle/10807/61932#.XnJQIKj7TGg>
- Moura, A. (2011). Apropriação do telemóvel como ferramenta de mediação em mobile learning: estudos de caso em contexto educativo. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/13183>
- Neto, T., & Pombo. (2017). Espaço indoor e outdoor no ensino da Geometria: uma experiência na Prática Pedagógica Supervisionada com alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico. In L. S. H. Oliveira, A. Henriques, A.P. Canavarro, J.P da Ponte (eds.), Encontro de Investigação em Educação Matemática “O Ensino e a Aprendizagem da Geometria”. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Pombo, L., Margarida, M., & Oliveira, S. (2019a). *Lessons Learned- EduPARK*. In Lúcia Pombo (Coord). 151p. Aveiro: UA Editora.
- Pombo, L., & Marques, M. M. (2017a). Marker-based augmented reality application for mobile learning in an urban park - Steps to make it real under the EduPARK project. In Proceedings of 19th International Symposium on Computers in Education (SIE) and 8th CIED Meeting/ 3rd CIED International Meeting. C. Ponte, J.M. Dodero & M.J. Silva (Orgs.), Polytechnic Institute of Lisbon, School of Education, 9-11 November. pp. 174-178
- Pombo, L., Marques, M.M., Loureiro, M.J., Pinho, R., Lopes, L., & Maia, P. (2017b). Parque Infante D. Pedro – Património Histórico e Botânico, Projeto EduPARK. In Lúcia Pombo (Coord). 191p. Aveiro: UA Editora.
- Pombo, L., Marques, M. M., Afonso, L., Dias, P., & Madeira, J. (2019b). Evaluation of a Mobile Augmented Reality Game Application as an Outdoor Learning Tool. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 11(4), 59-79.
- Rodrigues, A. (2017). Projeto EduPARK e Prática Pedagógica Supervisionada: experiência indoor e outdoor no 1º Ciclo do Ensino e Básico. (Mestre em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico), Universidade de Aveiro, Aveiro. <https://doi.org/10.34624/id.v9i4.745>
- Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *The journal of the learning sciences*, 16(3), 371-413. <https://doi.org/10.1080/10508400701413435>
- Taylor, C., Power, S., & Rees, G. (2009). Out-of-school learning: the uneven distribution of school provision and local authority support. *British Educational Research Journal*, 36(6), 1017-1036. <https://doi.org/10.1080/01411920903342046>
- Wells, N. M., & Evans, G. W. (2003). Nearby nature: A buffer of life stress among rural children. *Environment and behavior*, 35(3), 311-330. <https://doi.org/10.1177/0013916503035003001>

APÊNDICES:

Apêndice 1: Mapa do Parque Infante D. Pedro. Autoria de Vânia Carlos; *software* ArcGIS 10.4.1; fontes geográficas – levantamento das espécies relevantes por Rosa Pinho, Lísia Lopes e Paula Maia e base cartográfica cedida pela Câmara Municipal de Aveiro (In Pombo *et al.*, 2017b).



Apêndice 2: Grelha de Observação de Comportamento



GRELHA DE OBSERVAÇÃO DO MONITOR Atividade 13 de Junho, “Guião 8º Ano Ciências Naturais”

Nome do monitor _____
 Data da atividade _____
 Designação do Grupo _____

1. Chegaram ao fim do jogo com sucesso?

Sim ___ / Não ___

2. Tempo que demoraram a chegar ao fim: _____

	Aspetos a observar	Verifica-se	Não se Verifica
Motivação para a Atividade e estratégia de ensino adotada	a) Os alunos revelam entusiasmo pela possibilidade de aprendizagem de Ciências Naturais ao ar livre.		
	b) Os alunos demonstram motivação para aprender através de um jogo educativo com recurso a dispositivos móveis (aplicação móvel EduPARK).		
	c) Os alunos aparentam estar satisfeitos com as potencialidades da aplicação, nomeadamente da RA, para adquirir/consolidar conhecimento.		
Motivação para a aprendizagem e aquisição de conhecimento	d) Os alunos aparentam demonstrar conhecimento prévios/adquiridos em contexto de sala de aula para responderem às questões.		
	e) Os alunos compreendem com facilidade as questões colocadas.		
	f) Os alunos demonstram que ocorre uma consolidação de conhecimento/ esclarecimento de potenciais dúvidas em relação ao currículo de Ciências Naturais incluído no Guião, a partir do uso da aplicação EduPARK.		
	g) O nível de dificuldade do Guião parece ser adequado para o 8º ano de escolaridade.		

Nota: Colocar um x na opção que se adequa.

Indicar questões onde os alunos tiveram mais dificuldade/ demonstraram mais confusão

--

Incidentes críticos [registar falhas de funcionamento, etc.]

--

Apêndice 3: Questionário de Satisfação

Questionário: Atividade com a aplicação móvel EduPARK

- 8º ano de escolaridade -

Com este questionário pretende-se conhecer a tua opinião sobre a atividade de exploração da aplicação móvel EduPARK no Parque. O questionário é anónimo e os dados serão tratados apenas para fins científicos. O tempo de preenchimento previsto é de cerca de 7 minutos. Gratos pela colaboração!

Parte 1 - O que acho sobre o valor da aplicação EduPARK para aprender

Instruções de preenchimento: lê com atenção cada frase e coloca um X na opção que melhor descreve a tua opinião.

1. Esta aplicação ajuda a aprender mais sobre conteúdos abordados na escola.	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			
2. Esta aplicação apresenta a informação de forma confusa e difícil de entender.	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			
3. Sinto-me motivado/a para aprender quando uso esta aplicação.	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			
4. Não me apetece usar esta aplicação para aprender.	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			
5. Mesmo nas questões difíceis, procuro encontrar as respostas corretas.	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			
6. Por vezes respondo aleatoriamente (ao calhas).	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			
7. Esta aplicação mostra informação do mundo real que ajuda a aprender.	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			
8. Vou esquecer rapidamente o que aprendi com esta aplicação.	Discordo totalmente							Concordo totalmente
	1	2	3	4	5			

9. Fiquei mais motivado/a para aprender Ciências Naturais por estar ao ar livre.

1	2	3	4	5
Discordo totalmente			Concordo totalmente	

10. Aprender ao ar livre ajudou-me a compreender melhor os conteúdos abordados nas aulas de Ciências Naturais.

1	2	3	4	5

Parte 2 - O que acho da atividade

Instruções de preenchimento: Coloca um X na opção que melhor descreve a tua opinião em relação às frases seguintes

11. Estou satisfeito/a com a atividade de exploração do Guião porque envolve um jogo educativo.

1	2	3	4	5
Discordo totalmente			Concordo totalmente	

12. Estou satisfeito/a com a atividade de exploração do Guião porque envolve usar um dispositivo móvel.

1	2	3	4	5
Discordo totalmente			Concordo totalmente	

13. Estou satisfeito/a com a atividade de exploração do Guião porque que envolve explorar o parque/estar ao ar livre.

1	2	3	4	5

Escreve um comentário a explicar a tua opinião (*em relação ao jogo, ao facto de se usar dispositivo móvel e de se estar ao ar livre durante esta atividade*).

O Projeto EduPARK é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização - COMPETE 2020 e por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto POCI-01-0145-FEDER-016542.

Cofinanciado por:

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

COMPETE 2020

PORTUGAL 2020

 UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

**ENSINO DE QUÍMICA E JOGOS TEATRAIS: UMA PESQUISA SOBRE A
INTENCIONALIDADE DOS GESTOS**

CHEMISTRY TEACHING AND THEATRICAL GAMES: A RESEARCH ON THE INTENTIONALITY OF
GESTURES

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y JUEGOS TEATRALES: UNA INVESTIGACIÓN SOBRE LA
INTENCIONALIDAD DE LOS GESTOS

Leonardo Maciel Moreira, Waldmir Nascimento de Araújo Neto & Gabriel Alves Pinto

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

leo.qt@hotmail.com

RESUMO | O objetivo desta pesquisa é analisar se os jogos teatrais podem auxiliar na explicitação dos modelos construídos por estudantes acerca de conceitos de Química. Foi investigada a realização de um jogo teatral sobre Equilíbrio Químico. Os colaboradores foram estudantes da educação básica de uma escola particular no Estado do Rio de Janeiro. A abordagem foi qualitativa, os dados foram coletados por meio de filmagem e em sua análise foram mobilizados conceitos do campo da semiótica, tais como gesto, intencionalidade, frase gestual, unidade gestual e categorizações de gestos. Verificamos que o jogo teatral possibilitou aos estudantes um outro caminho semiótico para expor suas ideias e concepções, o gesto. E que por meio da leitura da intencionalidade e das características expressas pelos gestos é possível analisar características dos modelos e ideias construídos pelos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de química, Jogos Teatrais, Gesto, Intencionalidade.

ABSTRACT | This research aims to analyze whether theatrical games can help explain models built by students about Chemistry concepts. It was investigated the accomplishment of one theatrical game concerns to Chemical Equilibrium. The participants were students of basic education. The approach was qualitative, data collected from the audiovisual record of activities. The analysis considered the use of concepts such as gesture, intentionality, gesture phrase, gesture unit, and gesture categorizations. We verified that the theatrical game allowed students to use gesture as another, yet privileged, semiotic way to expose their ideas and concepts, which corresponded to an innovative experience for this group of students. By reading the intentionality and the phrases expressed by the gestures, it became possible to analyze the characteristics of the students' models and ideas.

KEYWORDS: Chemistry teaching, Theatrical games, Gestures, Intentionality.

RESUMEN | El objetivo de esta investigación es analizar si los juegos teatrales pueden ayudar a explicar los modelos construidos por los estudiantes sobre los conceptos de Química. Se investigó un juego teatral sobre el equilibrio químico. Los participantes eran estudiantes de educación básica en una escuela privada en el estado de Río de Janeiro. El enfoque fue cualitativo, los datos se recopilaron mediante filmación y en su análisis se movilizaron conceptos del campo de la semiótica, como gestos, intencionalidad, frases gestuales, unidades gestuales y categorizaciones gestuales. Descubrimos que el juego teatral les permitía a los estudiantes otra forma semiótica de exponer sus ideas y conceptos, el gesto. Y que al leer la intencionalidad y las características expresadas por los gestos es posible analizar las características de los modelos e ideas construidas por los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de química, Juegos teatrales, Gestos, Intencionalidad.

1. INTRODUÇÃO

As representações em uso numa atividade de ensino são intencionais. Elas derivam de escolhas e movimentos interiores em cada sujeito, seja do ensinar ou do aprender, para um determinado objetivo, pois ensinar e aprender também são atos intencionais. Para representar algo intencionalmente é possível escolher entre diferentes modos semióticos. Esses modos semióticos em ação numa atividade didática podem incluir recursos visuais, verbais, escritos, gestuais e musicais. Além disso, esses modos podem incluir vários conjuntos ou associações de qualquer um desses modos, assim então chamados de “multimodais” (Kress & Van Leeuwen, 2001).

No campo do ensino de química encontram-se, por exemplo, investigações sobre os gestos realizados pelos professores em sala de aula (Piccinini & Martins, 2004; Pereira, 2015; Moro et al., 2015; Lucas, 2016). Em sua maioria, são investigações que se debruçam sobre a atividade de professores do ensino superior de química no intuito de analisar como os gestos são utilizados e suas relações com outras mídias e outros modos semióticos. Por sua vez, no ensino de física encontramos o estudo de Padilha e Carvalho (2011), no qual o foco é a relação entre as palavras e os gestos utilizados por estudantes do Ensino Fundamental em uma aula de Física. Interessa-nos nesta pesquisa esse último delineamento, estudar os gestos realizados por estudantes durante uma atividade didática.

Os jogos teatrais são uma prática no campo das artes cênicas. Eles foram criados por Viola Spolin (2005; 2006) visando o desenvolvimento da comunicação corporal e a mobilização de gestos para fisicalizar coisas, ambientes e situações e estimular a comunicação direta entre ator e plateia. Há diferentes autores que pesquisam esta atividade no contexto do ensino de química (Roque, 2007; Moreira, 2008; Neto, Pinheiro & Roque, 2013; Rodrigues & Furtado, 2013; Sousa & Soares, 2015), em geral essas investigações têm tomado o jogo teatral como uma atividade lúdica e procurado conhecer concepções de estudantes por meio do que eles fazem durante a realização do jogo. Contudo, não é realizada uma análise específica acerca dos gestos utilizados pelos estudantes. A partir desse cenário, nos colocamos algumas questões de partida: qual o papel dos gestos no jogo teatral? Existe alguma relação entre eles e os modelos dos estudantes sobre os conceitos científicos da química? É possível conhecer características dos modelos dos estudantes a partir dos gestos utilizados? Encontrar respostas para essas e outras perguntas similares pode trazer relevantes contribuições para a pesquisa em ensino de química.

O objeto de pesquisa nesta investigação é o gesto, criado por estudantes durante a realização de um jogo teatral sobre química. Para seu desvelamento adotamos a questão de investigação: como é que os gestos dos estudantes, realizados durante um jogo teatral, indiciam os modelos sobre equilíbrio químico por eles construídos? Assim, o objetivo geral desta pesquisa é verificar como os jogos teatrais podem auxiliar na explicitação dos modelos dos estudantes acerca de conceitos de Química. Para tal, foi realizada uma investigação qualitativa, em sala de aula, com estudantes do ensino médio de uma escola particular, no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se um jogo teatral denominado “Equilíbrio Químico: fatores que afetam”.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O jogo teatral no ensino de química

Os jogos teatrais (JT) foram desenvolvidos visando a socialização de adolescentes advindos de diferentes etnias e culturas (Spolin, 2005; 2006). Em cada JT um problema cênico é proposto para que o grupo de alunos-atores possam resolver por meio de improvisação teatral. A estrutura do JT envolve a preparação, o foco, a descrição da atividade, a instrução e a avaliação (reflexão sobre a solução do problema). O professor-diretor lê a descrição do JT e o primeiro grupo joga enquanto os outros grupos assistem. Durante o jogo o professor-diretor diz as instruções. Quando um grupo termina, ocorre a avaliação, cuja finalidade não é julgar se a solução dos alunos-atores estava certa ou errada, mas sim analisar se o grupo conseguiu sustentar o ponto de concentração e como foi a fisicalização.

A fisicalização é um conceito central nos jogos teatrais. Spolin (2005) defende que é necessário encorajar nos atores a liberdade de expressão física, uma vez que a realidade só pode ser física e o papel do artista é dar a visão a algo. Gama (2010) sintetiza que fiscalizar diz respeito à capacidade corporal dos jogadores de tornarem visíveis as ações para os observadores, sem uso de figurinos, adereços, cenografia, etc. Os alunos-atores devem absorver o princípio semiótico da linguagem teatral e descobrir as possibilidades expressivas dos seus corpos. A questão não é descrever um objeto imaginário (mímica), mas mostrar a intencionalidade de um gesto e, com isso, tornar o objeto imaginário real no palco. Assim, a partir da percepção da intencionalidade dos gestos é possível ver o objeto imaginado. Essa premissa nos permite aventar a hipótese de que em um jogo teatral que aborda conceitos científicos é possível “ver” o objeto imaginário (modelo) a partir da análise da intencionalidade dos gestos utilizados pelos jogadores.

Os JT no contexto do ensino de química já vêm sendo objeto de pesquisas. Roque (2007) relata sua vivência ao ministrar disciplina “Química e teatro”, na qual o JT é mobilizado para assimilação de conteúdos químicos por estudantes de graduação da UFBA. É explicitado que o JT foi utilizado para estimular nos estudantes a habilidade de improvisação teatral e que os improvisos tiveram como mote textos distribuídos aos estudantes, o que nos parece realmente necessário, uma vez que o contexto tratava da aprendizagem de novos conhecimentos sobre química. Entretanto, parece haver uma utilização equivocada do JT pelo exemplo do único Ponto de Concentração relatado no artigo, qual foi: como se faz ciência? O Ponto de Concentração é um dos elementos da estrutura do JT. É um algo a fazer, assim, é importante ser expressado por uma sentença que leve o jogador a realizar uma ação física, a mostrar algo utilizando do próprio corpo. Concebemos que expressar o Ponto de Concentração na forma de um questionamento pode induzir o jogador para uma resposta verbal e não para a realização de uma ação.

Neto, Pinheiro e Roque (2013) utilizaram-se de improvisações teatrais para o levantamento dos conhecimentos prévios de estudantes sobre conceitos de química e, através de mediações didáticas, retornaram às improvisações para verificarem se os estudantes haviam incorporado novos conceitos. Fundamentaram-se na abordagem do JT enquanto atividade lúdica e a partir da leitura de Spolin (2005) os autores propuseram duas possibilidades de JT para o ensino de química que denominam de pictóricas e de situacionais. Nas improvisações pictóricas os estudantes representam com seus corpos os constituintes da matéria (átomos,

íons e moléculas). Nas improvisações situacionais os estudantes representam seres macroscópicos (pessoas, animais etc.). Os autores concluem que no caso de improvisações situacionais para o levantamento das concepções prévias, o papel do professor passa a ser apenas o de tomar nota do que o grupo apresentou sobre o conteúdo e à plateia fica restrito apenas a avaliar se entendeu a ideia que os estudantes transmitiram. Conquanto apresentem uma relevante leitura dos JT a partir da obra de Vygotsky (1998), nessa investigação há certa subestimação da potencialidade do JT no contexto do ensino de química, primeiro por desconsiderar a proficiência da leitura dos gestos realizados pelos estudantes, seja pelo professor, seja pela plateia. E segundo por desconsiderar o momento da avaliação como possibilidade de melhor explicitação dos modelos dos estudantes, o conhecimento de suas ideias.

Rodrigues e Furtado (2013) analisam como o estudo da construção histórica do conhecimento sobre modelos atômicos, mediado por jogos teatrais, favorece a aprendizagem dialógica e revela aspectos do desenvolvimento do pensamento conceitual em adolescentes. Os estudantes produziram esquetes teatrais a partir de textos sobre a construção histórica do conhecimento sobre modelos atômicos. Apoiados em Vygotsky (1998), os autores descrevem como os estudantes elaboraram o significado de “modelos atômicos” no decorrer da intervenção didática. Nessa investigação é relatado que houve formação de grupos de trabalho para a construção de esquetes, porém não fica explícito qual foi, de fato, a utilização dos JT na intervenção didática.

Sousa e Soares (2015) relatam duas experiências nos quais se usou de improvisações teatrais para o ensino de química. A intenção foi a de provocar reflexões acerca do despertar do interesse pela química, da diminuição de introspectividade e do ganho cultural e pessoal. Os JT descritos nessa pesquisa tratavam da improvisação de fatos abstratos ligados à dimensão microscópica da química. O intuito dos JT era o de estabelecer determinadas expressões corporais para depois serem utilizadas para a discussão de conceitos relacionados a radioatividade. Esses autores trabalham com um tipo de JT que pode receber a denominação de improvisação pictórica (Neto, Pinheiro & Roque, 2013). Entretanto os JT descritos na etapa 1 (professor joga sozinho) e etapa 2 (os estudantes jogam orientados pelo professor) não se constituem como um JT na perspectiva criada por Spolin (2005), especialmente por serem bastante diretivos e, por isso, limitarem a criatividade de expressão dos estudantes. Porém, é importante destacar que os autores recorrem a outras referências, além de Spolin (2005), para a elaboração de sua abordagem.

Souza e Soares (2015) realizam um movimento importante ao elegerem a expressão corporal como categoria de análise. Esse passo nos parece ser essencial para se elucidar o potencial do JT no ensino de química, uma vez que o material do estudante para expressar seu modelo é seu próprio corpo. Contudo, a maneira com que o JT foi utilizado privilegia a expressão corporal dos estudantes não como processo autoral, de significação do que eles imaginam. Parece-nos que o passo subsequente, e necessário, é focalizar nos corpos dos estudantes e em como seus gestos podem significar durante JT sobre química e explicitar a construção dos conceitos científicos.

Assim, o diferencial da pesquisa em tela está relacionado com a investigação dos gestos de estudantes durante a realização de JT sobre conceitos de Química. Neste trabalho aprofundamos reflexões sobre o que Neto, Pinheiro e Roque (2013) nomeiam de improvisação

pictórica e avançamos em relação à Souza e Soares (2015) no sentido de tomar o corpo dos estudantes como unidade de análise. Para isso recorremos a autores do campo da semiótica e autores que investigam a utilização do gesto no cotidiano do ser humano.

2.2 Entre o gesto e o modelo

A articulação entre gesto e modelo que tomamos nos desafia a colocar em interlocução duas dimensões arquetípicas diferenciadas: o externo e o interno. A palavra modelo é polissêmica em sua história semântica. Para a nossa delimitação sobre essa categoria, tomamos como referência autores que procuram dialogar com a semiótica em amplo sentido de revisão (Noth, 2019; Kralemann & Lattman, 2013). Uma premissa importante é que todo modelo age em sintonia com uma teoria. E essa sintonia decorre de um ato intencional de escolha, a qual o utilizador daquele modelo tem que fazer. Ou seja, os modelos requerem uma decisão preliminar de adesão a um contexto teórico que atua como pré-requisito para sua própria capacidade de agir como modelo. Isso vale mesmo para modelos simples de semelhança visual, pois nesses casos também é preciso ter uma função organizadora sobre quais são os atributos visuais relevantes do original e quais aspectos podem variar (Kralemann & Lattmann, 2013). Um modelo pode ser visto como uma forma privilegiada de uso, que corresponde a um caminho produtivo para atribuição de sentido para alguém sobre algum objeto.

Todo modelo transcende sua teoria subjacente, é uma interpretação das variáveis da teoria. Essa interpretação específica depende de condições marginais, que não podem ser derivadas da teoria geral e que são características dos objetos a serem modelados (Noth, 2019). Assim, quando reforçamos a intencionalidade como uma função que se associa ao ato de modelar nos colocamos em sintonia com a ideia de que um modelo pode produzir signos, por exemplo, enunciados, gestos, de um conjunto específico de objetos, passando a ser assim denominado um modelo desses objetos. Uma das dificuldades na mediação por modelos e representações no ensino de conceitos científicos é perceber os modelos construídos pelos estudantes. Explicitar tais modelos e aspectos das representações internas construídos pelos estudantes é um desafio para pesquisadores e para professores. Entendemos que o jogo teatral de Spolin (2005, 2006) pode auxiliar ao contemplar um modo semiótico ainda pouco explorado, o gesto. A técnica jogo teatral de Spolin (2005) pode permitir que o aluno protagonize uma representação do que ele entende sobre conceitos científicos a partir do seu corpo? Essa nova pergunta nos é estimulante, desafia a pensar também o JT como um solo metodológico profícuo para articular o externo e o interno, pensar formas de trabalho entre gestos e modelos.

A função que trabalhamos ao usar o JT é a intencionalidade. Esta função nos parece própria para desempenhar esse papel de mediação entre o interno e o externo, pois está em sintonia com os termos que acolhemos teoricamente a partir da perspectiva histórica e social, tendo Vygotsky (1998) originalmente como referência. A intencionalidade pode ser entendida como habilidade de indivíduos para descrever algo, seja esse algo um objeto existente ou não. Portanto, a intencionalidade se relaciona com capacidades cognitivas que auxiliam na representação de objetos e de ambientes que vão além das dimensões concretas (Vygotsky, 2008). Outra referência que exploramos, em sintonia com os estudos gestuais sobre os sentidos da intencionalidade, é Tomasello et al. (2005) que sugerem que o entendimento social, tal e qual se desenvolve em um ambiente escolar, é baseado em uma motivação específica da nossa espécie para compartilhar os chamados estados intencionais com outras pessoas. Esses autores

argumentam que a experiência de interações sociais, nas quais as relações intencionais com o mundo são compartilhadas, é necessária para que os indivíduos construam as estruturas cognitivas necessárias para um raciocínio mais sofisticado sobre os estados das coisas do mundo tanto quanto sobre o domínio do comportamento. De maneira geral, a intencionalidade no âmbito da comunicação é um processo social e será melhor compreendida contemplando-se na análise outros meios que não somente os verbais, englobando gestos, expressões faciais, movimentos corporais individualmente ou em grupo (Rivero, 2003).

Kendon (1997, 2004) argumenta que o gesto é primordial para o desenvolvimento da interação e da comunicação, por ser uma ferramenta de expressão amplamente utilizada e por ter muitas funcionalidades, dependendo do ambiente e da cultura em que é mobilizado. Ele categoriza os gestos em referenciais, que são considerados como parte do conteúdo de um enunciado, do qual fazem parte. São divididos em gestos dêiticos (de apontamento) e gestos representacionais (representam um conteúdo). Esses últimos são divididos em modelagem (corpo representa algum objeto), ação (corpo em movimento com a fala), descrição figurativa (criação do objeto no ar). Os gestos pragmáticos se diferenciam dos gestos referenciais por fazerem menção aos significados do enunciado que não estão envolvidos no seu aspecto referencial ou conteúdo proposicional. São classificados em gestos de modo (alteram a interpretação da fala), gestos performativos (denotam intenções, sentidos, por exemplo, oferta de algo, um convite, uma súplica) e gestos de partição (mostra várias lógicas de uma determinada fala). Os gestos emblemáticos, que estão relacionados com elementos de vocabulário presentes em uma determinada cultura e que não precisam da fala para possuírem significado claro (sinal de negativo com o polegar virado para baixo, por exemplo). Eles podem ser usados paralelamente com palavras ou frases equivalentes, para enfatizar algo. Os gestos recorrentes surgem quando várias características de gestos são construídas em no mínimo dois gestos, nem sempre consecutivos. Os gestos de ligação são aqueles que direcionam a atenção, aproximando uma representação que se conhece para outra nova.

Apesar do esforço de categorização, Kendon (2004) reconhece que sua classificação não contempla todo e qualquer tipo de gesto, funcionando como recurso situado e dependente de como o analisador se propõe a tratar os dados. No seu modelo de transcrição da comunicação mediada por gestos e/ou palavras estabelece quatro fases dos movimentos que resultam no gesto. A preparação do golpe, na qual o membro (ou outra parte do corpo) sai de sua posição inicial de conforto para iniciar o golpe. O golpe, que permite identificar a categoria do gesto realizado. A sustentação, movimento de finalização do golpe e de manutenção do gesto. E a recuperação, em que o membro retorna à posição inicial. O conjunto formado pela preparação do golpe e o golpe em si é denominado de frase gestual. Já a série de movimentos desde a preparação do golpe ao retorno do corpo para a posição inicial é nomeada de unidade gestual. Em um determinado intervalo de tempo, é possível que muitos golpes, com ou sem sustentação, sejam executados em uma mesma unidade gestual. Isto é, várias frases gestuais podem compor uma mesma unidade gestual.

Na classificação de David McNeill (1992; 2005; 2006) os gestos são divididos entre os que incorporam significado à fala (gesticulação) e os que não acompanham a fala. A gesticulação é subdividida em gestos que são denominados como de batimento, dêiticos, metafóricos e icônicos. Os gestos de batimento são aqueles que sinalizam palavras importantes para o conteúdo em discussão, criando ênfase no que é falado. Os gestos dêiticos apresentam ou indicam objetos concretos no ambiente. Os gestos metafóricos são representações de

imagens que envolvem conceitos abstratos que fazem relação com a fala apresentada. E os gestos icônicos também são representações que validam procedimentos concretos do que está sendo explicado na fala.

Tendo em vista as características do nosso estudo, temos particular interesse na categorização proposta por McNeill (1992; 2005; 2006), pois nela é possível desdobrar atribuições para a função gestual não combinada com a fala. Os gestos não associados a falas são denominados de: pantomima, são gestos complexos que podem estar ou não consolidados na cultura a qual os indivíduos estão inseridos, tornando livre o autor do gesto a fazê-lo como pretender; emblemáticos, possui significação consolidada e compartilhada na cultura; os gestos ligados à fala, que são gestos que ocupam um espaço gramatical em uma frase e é capaz de completar tal sentença; e a linguagem de sinais, que não acompanha a fala, mas possui significados claros para os usuários em termos de comunicação em geral.

A partir do que encontramos em Vygotsky (1998, 2008), Kendon (2004) e McNeill (1992; 2005; 2006) é possível caracterizar uma elaboração teórica que balize a leitura dos gestos dos estudantes durante um JT sobre conceitos de química e nos permita inferir características dos modelos por eles imaginados. Entendemos que no JT os estudantes realizam gestos que se assemelham aos gestos que McNeill (1992; 2005; 2006) descreve como não associados à fala, uma vez que em grande parte dos JT propostos por Spolin (2004, 2006), e em especial no que analisaremos nesta pesquisa, a fala não é utilizada. Para a caracterização dos gestos Kendon (2004) nos oferece um procedimento de descrição que passa pela identificação das unidades gestuais e das frases gestuais que as constituem. Por fim, em Vygotsky (1998, 2008) encontramos a viabilidade da leitura do gesto de uma pessoa por uma outra pessoa, que esteja imersa no mesmo contexto cultural. Além disso, a possibilidade de associar o gesto, enquanto signo, aos modelos imaginários construídos pelos estudantes, bem como suas modificações.

3. METODOLOGIA

A pesquisa em tela configura-se como um estudo de caso (Ludke & André, 1986), qual seja, a aplicação de um JT sobre o tema equilíbrio químico. Nesse sentido, o foco da análise não recai na generalização dos resultados, mas sim no entendimento do caso em si. Para isso, adotamos a perspectiva da análise qualitativa (Gibbs, 2009) a fim de descrever o caso em questão e contribuir para a compreensão do contexto investigado. A partir da descrição realizaremos inferências a respeito do significado dos gestos dos estudantes.

Inicialmente, todos os estudantes de uma turma de segundo ano do ensino médio, cujo um dos autores desta pesquisa era professor, foram convidados para participar na investigação. Na ocasião do convite foi explicitado que se tratava de uma pesquisa e que somente os estudantes que apresentassem o termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo responsável poderiam participar. Seis estudantes se voluntariaram em participar, contudo, quatro deles compareceram no dia marcado para a realização do JT e com os termos assinados. Assim, o contexto foi a realização de um JT sobre o tema equilíbrio químico com quatro estudantes de 2º ano do Ensino Médio, idades de 16 e 17 anos, dois meninos e duas meninas, de uma escola particular da cidade de Macaé. O JT foi realizado na escola, ao longo de 100 minutos, em horário não letivo. Os estudantes já haviam estudado o assunto equilíbrio químico em suas aulas de química.

O jogo “Equilíbrio Químico – Fatores que afetam” tem como objetivo didático problematizar as representações do que ocorre com os compostos de uma reação química quando estão em equilíbrio e quando têm seu equilíbrio perturbado. Ele foi construído pelos autores deste artigo, seguindo o proposto por Spolin (2005, 2006) e possui a estrutura descrita a seguir. i) Preparação: alongamento, jogos de aquecimento que promovam o onde, quem e o quê. ii) Foco: mostrar como os compostos químicos se comportam quando estão em equilíbrio e quando são perturbados. iii) Descrição: dividir a turma em 2 ou 3 grupos; indicar um fator que afete o equilíbrio da reação (temperatura, pressão ou concentração) e solicitar que os grupos mostrem o que ocorre com os reagentes e produtos da seguinte reação: $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2NH_3(g)$ $\Delta H = -286 \text{ kJ}$. iv) Instrução: mostre com todo o corpo como as moléculas se comportam quando estão em equilíbrio entre si. Mostre com as pernas! Não conte! Mostre o que acontece se colocarmos mais reagentes ou mais produtos nessa reação aqui. Use o corpo! Mostre com o corpo o que acontece se aumentarmos a temperatura dessa reação. E se diminuirmos? O que acontece? Mostre com os braços, com o tronco! Movimente-se! Mostre o que acontece se diminuirmos a concentração desses componentes aqui. Use o corpo! Não fique parado! Mostre o que acontece quando aumentamos a pressão no sistema. E se diminuirmos? v) Avaliação: os jogadores mostraram como as moléculas se comportam? Como foi? O que vocês perceberam? Houve diferença entre o momento de equilíbrio e com a perturbação? Todo comportamento é igual? O grupo mostrou o que ocorreu? Como foi mostrado? Quais partes do corpo foram usadas?

Os dados foram coletados por um dos autores, à época professor de Química da turma, por meio de registro audiovisual. Os registros foram codificados sem ajuda de software específico, com vista à identificação dos turnos gestuais para análise. O registro total obtido continha 88 minutos e 34 segundos. Definiu-se como turno o intervalo de tempo em que um aluno-ator, ou um grupo de alunos-atores, realizaram um gesto (ou frase gestual) referente a um conceito químico. Foram identificados 22 turnos no corpo da amostra obtida. Os turnos foram organizados de maneira cronológica, obedecendo a ordem em que surgiram durante o registro da atividade.

Em nossa análise descrevemos os gestos, suas unidades e frases gestuais e os categorizamos. Para o processo de identificação dos gestos dos estudantes utilizamos o modelo de transcrição de comunicação mediada por gestos de Kendon (2004). Explicitamos momentos referentes a preparação do golpe, o golpe, a sustentação e a recuperação, delimitando a frase gestual e a unidade gestual presentes em um determinado intervalo de tempo. Depois de identificadas as frases e unidades gestuais, categorizamos os gestos. Nessa etapa adotamos como categorias teóricas a classificação de gestos proposta por McNeil (1992; 2005; 2006), isto é, para cada gesto identificado realizamos comparação com as definições de classificação de gesto de McNeil (1992; 2005; 2006). Esse mesmo procedimento já foi utilizado na investigação de gestos de professores em aulas de química (Piccinini & Martins, 2004; Pereira, 2015; Moro et al., 2015; Lucas, 2016). A partir disso problematizaremos os indícios que podem permitir o desvelamento dos modelos construídos pelos estudantes para um determinado conceito científico. Abordaremos a intencionalidade dos estudantes ao realizar determinado gestos para representar os conceitos científicos durante o jogo e inferiremos sobre como o estudante relaciona o gesto ao conceito científico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização do JT aconteceu em quatro momentos: abordagem do fator pressão, do fator temperatura, do fator concentração e de todos os fatores em conjunto. Os quatro estudantes foram divididos em dois subgrupos: jogadores (três estudantes) e plateia (um estudante). Essa divisão foi necessária devido ao JT preconizar haver grupos: o dos jogadores e o da plateia. A escolha pelo grupo de jogadores ter três pessoas decorreu de favorecer maior possibilidade de representação para a reação química estudada. Houve modificação dos integrantes de cada um desses subgrupos ao longo dos quatro momentos.

O JT teve início com jogos de preparação, depois foi apresentado o JT “Equilíbrio Químico – Fatores que afetam”, seu foco e descrição. Os estudantes foram separados em subgrupos e informados de que deveriam representar como as substâncias componentes da reação $N_2(g) + 3 H_2(g) \leftrightarrow 2 NH_3(g)$, $\Delta H = -286 \text{ kJ}$, se comportam quando estão em equilíbrio e quando têm o equilíbrio perturbado. Essa equação química foi colocada no quadro para que pudessem consultá-la a qualquer momento. Para cada subgrupo que apresentava era dado um tempo de cinco a sete minutos para que planejassem como fariam as representações. Nesse momento, eles puderam consultar seus cadernos, livros etc.

As reações dos estudantes ao receberem essas informações variaram entre nervosismo, neutralidade e confiança, entretanto não houve resistência por parte deles em realizar a atividade. Aqui há uma divergência com o encontrado por Neto e colaboradores (2010), esses autores relatam dificuldades iniciais devido aos estudantes não estarem dispostos a realizar o JT e o julgarem muito infantil. Contudo, ao final, expressaram satisfação em participar. Em acordo com nosso caso, Sousa e Soares (2015) descrevem que os estudantes participaram ativamente do JT e demonstraram bastante satisfação ao relacionar teatro e química. No momento do planejamento foi perceptível, por meio das falas, que os conceitos científicos referentes ao conteúdo do jogo eram evocados pelos estudantes. Em meio a consulta aos cadernos e trocas de informações entre eles, algumas dúvidas surgiram e outras foram sanadas ou criadas, explicitando a elaboração e reelaboração de conhecimentos. Esse mesmo comportamento foi encontrado por Rodrigues e Furtado (2013) e Roque (2007).

Terminado o tempo de planejamento, os alunos-atores foram para o espaço do jogo, um local delimitado na própria sala de aula, próximo ao quadro. Enquanto a plateia se posicionou nas cadeiras logo à frente deles. A posição inicial dos estudantes é mostrada na figura 1A. Cada estudante se posiciona à frente de um composto, parecendo representar uma das moléculas cuja fórmula está no quadro. L representando o gás nitrogênio, M o gás hidrogênio e V o gás amônia. A representação parece estar centrada no tipo de gás, sem considerar sua atomicidade ou quantidade de moléculas. A não representação dos compostos em uma maior complexidade quanto aos quesitos atomicidade e quantidade pode ter decorrido do quantitativo de estudantes participantes.

O professor – diretor verbaliza a primeira fala de instrução: mostre o que acontece se for aumentada a pressão desse sistema. Após a instrução os estudantes viram-se para o quadro, olham a equação química, se entreolham, pensam e depois iniciam uma movimentação sem o uso da fala. Neste turno, denominado de turno 4, o estudante V é o primeiro a se movimentar. Em sua primeira frase gestual (G1) ele estica o corpo para cima, ficando na ponta dos pés, e permanece nessa posição. Nesse momento ele utiliza um gesto emblemático representando o

aumento. Após sustentar esse gesto por alguns segundos, V olha novamente para a equação química escrita no quadro, para seus gestos e movimentos, pensa (somente seus olhos e a mão direita fazem uma pequena movimentação enquanto pensa). Depois disso V inicia uma segunda frase gestual (G2) que tem início com seu corpo sendo inclinado para o seu lado esquerdo, em seguida as mãos são posicionadas distantes do corpo (palmas das mãos voltadas para o corpo) e depois movimentam-se para perto do corpo, finalizando o gesto. Esse gesto é repetido outras vezes (figura 1B). O segundo gesto de V corresponde a um gesto emblemático de sinalizar movimentação em um determinado sentido, de aproximação a V. Essa função do gesto é reforçada pelas expressões faciais de V, que revelam discordância e frustração por L e M não realizarem o movimento indicado por ele.

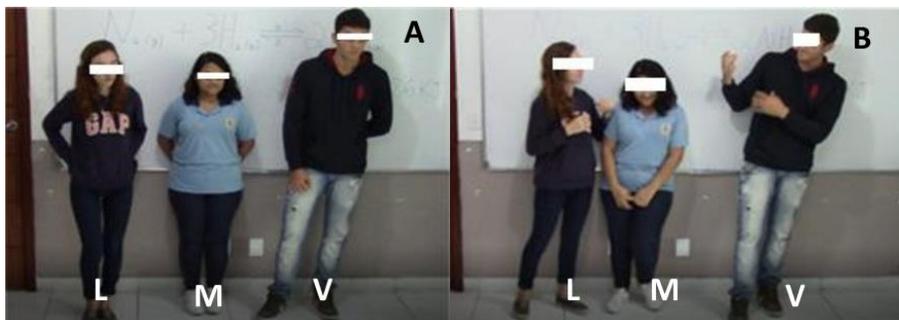


Figura 1 Ilustração dos movimentos referentes ao turno 4.

Em paralelo aos gestos de V, tem-se também as ações de L e M. Inicialmente, na primeira frase gestual de V, ambas aparentam não entender a intencionalidade dele e apenas o observam. Em seguida, L inicia uma frase gestual (G3), que é seguida por M. Ela toca o ombro direito de M com seu ombro esquerdo, empurrando-a, e faz esse gesto mais uma vez, quando M revida da mesma maneira, tocando seu ombro direito no ombro esquerdo de L. Elas realizam esses gestos algumas vezes até que L passa a tocar M com o antebraço esquerdo, de modo semelhante. Os gestos de L e M sugerem um gesto emblemático de colisão. Essa função do gesto de colisão é reforçada pela repetição da ação.

Na sequência de gestos utilizados por V há indícios de que, a princípio, a intencionalidade resultou na explicitação da característica extensiva de aumentar. Em determinado momento ele para e inicia uma reflexão sobre o gesto que está executando. Nesse momento o professor-instrutor verbaliza outra instrução: mostre com o corpo todo o que acontece quando aumenta a pressão. Após isso, a intencionalidade muda e, por conseguinte, o gesto também. A nova característica ressaltada passa a ser o movimento. No gesto utilizado por L e M há indícios de que a intencionalidade resultou na explicitação de movimentos desordenados. O que não fica explícito nesse gesto é se os movimentos são de aproximação das moléculas dos reagentes entre si, ou se seriam movimentos para que as moléculas dos reagentes entrassem em contato entre si.

Os turnos 8, 9 e 10 correspondem às representações do segundo subgrupo, quando se abordou a influência da mudança de temperatura. Os estudantes estavam posicionados inicialmente de maneira a corresponder a uma das moléculas representadas no quadro, sendo que L e M seguem representando os gases nitrogênio e hidrogênio, respectivamente, e D representa o gás amônia. O professor-instrutor verbaliza a instrução: mostre o que acontece se

eu diminuir a temperatura nesse sistema. Imediatamente após a instrução, D olha para as colegas e inicia sua movimentação (turno 8), enquanto elas o observam (figura 2A). Em sua primeira frase gestual (G4) ele usa as pontas dos dedos para pinçar e puxar sua camisa, afastando-a de seu corpo. Esse gesto é repetido várias vezes. Um gesto emblemático que associamos ao ato intencional de sentir calor, que ele poderia sentir com a diminuição dita pelo professor-instrutor.



Figura 2 Ilustração dos movimentos referentes aos turnos 8, 9 e 10.

Após sustentar esse gesto por alguns segundos, D o modifica completamente, iniciando a segunda e terceira frases gestuais, que ocorrem quase que simultaneamente (figura 2B). A segunda frase gestual (G5) tem início quando ele ergue a perna esquerda e se apoia somente com a direita. A terceira frase gestual (G6) tem início quando ele inclina seu corpo para seu lado direito. Em G5 e G6, D utiliza gestos de pantomima, representando um possível desequilíbrio de seu corpo. Ao mesmo tempo L e M iniciam sua primeira frase gestual (G7), turno 9, que tem início quando elas cruzam os braços. Em G7, o gesto de L e M indica o gesto emblemático representando um possível frio que elas poderiam sentir com a diminuição dita pelo professor-instrutor.

Após sustentarem os gestos por alguns segundos, D finaliza os seus, retornando a sua posição inicial. Aparentemente esse retorno à posição inicial é uma preparação para o próximo gesto, pois logo em seguida ele o modifica completamente. No turno 10 D começa sua quarta frase gestual (G8) realiza um movimento com as mãos de retirar algo de dentro de si e jogar para fora, para seu lado direito (figura 2C). Esse gesto é repetido várias vezes. Nesse momento ele utiliza um gesto emblemático, representado uma possível transferência de algo que estava nele. No gesto utilizado por L e M há indícios de que a intencionalidade resultou na explicitação da característica de sentir frio. Já na sequência de gestos utilizados por D há indícios de que a princípio a intencionalidade resultou na explicitação da característica de sentir calor. Em seguida, seus gestos mudam e, conseqüentemente, sua intencionalidade também, já que a característica evidenciada passa a ser aproximação. O que não fica explícito nesses gestos seguintes é se D, em G5 e G6, se refere a uma aproximação das moléculas do produto rumo às moléculas dos reagentes ou se ele se refere a uma possível mudança de posição, dos produtos para os reagentes. Após esses gestos, D, em G8 modifica seu gesto mais uma vez, conseqüentemente, sua intencionalidade também muda, explicitando a característica de compartilhamento. O que também não fica explícito nesse último gesto é se D se refere a um compartilhamento de algo que está dentro de si para fora, talvez referindo-se ao calor, ou de parte dos produtos para os reagentes.

Os turnos 18 e 19 correspondem ao terceiro subgrupo, quando se abordou a influência da mudança na concentração. Inicialmente os estudantes estão posicionados de maneira que L representa o gás nitrogênio, D o gás hidrogênio e V o gás amônia. O professor-instrutor verbaliza a instrução mostre o que acontece se eu diminuir a concentração de N₂. Os estudantes viram-se para o quadro e olham a equação química. D e V olham para L, que já inicia a movimentação (turno 18). Em sua frase gestual (G9), ela se agacha e permanece nessa posição (figura 3A). Nesse momento ela utiliza um gesto emblemático representando a diminuição dita pelo professor-instrutor. Essa função do gesto é reforçada pela expressão facial de L de persistir no gesto quando V faz sinais tentando informá-la de que o gesto deveria ser outro e não aquele. Em seguida V concorda com ela.

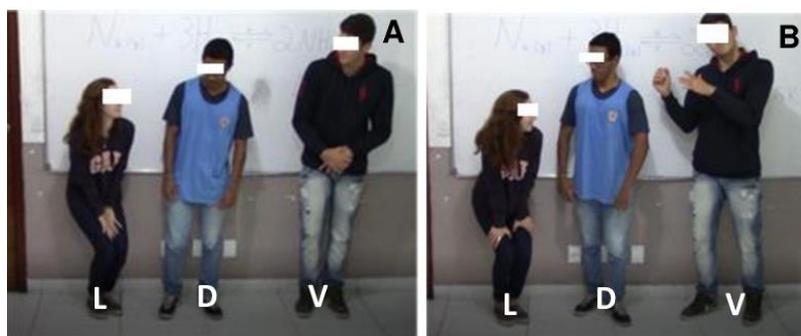


Figura 3 Ilustração dos movimentos referentes aos turnos 18 e 19.

Ao observar o gesto realizado pela colega, V olha novamente para o quadro, pensa, e inicia seu gesto, sendo o segundo a se movimentar (turno 19). Em sua frase gestual (G10), de maneira pouco precisa, impulsiona seu corpo para cima, ergue os dois antebraços acima de seus cotovelos e com as palmas das mãos parcialmente fechadas, abre e fecha-as também para seu lado direito, somando ao impulso. Ele repete esse gesto várias vezes. Nesse momento ele utiliza um gesto de pantomima, que pode representar algo se movimentando para o seu lado direito (figura 3B).

No gesto realizado por L há indícios de que a intencionalidade resultou na explicitação da característica extensiva de diminuir. O que não fica explícito nesse gesto é se L se refere a uma diminuição da concentração do reagente a qual está representando ou se a referência é em relação a diminuição do tamanho da molécula, já que inicialmente foi interpretado que sua representação era da molécula em si, e não da concentração desse composto. No gesto realizado por V existem indicativos de que a intencionalidade explicita a característica de movimento. O que não fica explícito nesse gesto, é se V se refere a um movimento de aproximação das moléculas do produto rumo às moléculas dos reagentes ou o movimento simboliza o deslocamento do equilíbrio para a formação de reagentes.

Na abordagem da influência da mudança da concentração no equilíbrio químico foi observado que quando o professor-instrutor fazia com que os alunos saíssem da condição de equilíbrio químico, grande parte dos gestos dos alunos não variou. Na maioria das vezes os estudantes apenas se abaixavam, se esticavam ou pulavam a partir das instruções. A partir da comparação com os gestos dos estudantes na abordagem dos outros dois fatores, inferimos que os modelos que os estudantes carregam acerca de pressão e da temperatura são variados e não envolvem só aqueles que são aprendidos nas aulas de Química. O que pode permitiu que na

hora da elaboração de gestos os conhecimentos do senso comum pudessem vir à tona e se misturar com o conhecimento químico. Já com o fator concentração, cuja noção no senso comum não varia tanto da noção qualitativa no conhecimento científico, não provocou grande variação gestual (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação entre gestos e explicitação do entendimento dos conceitos químicos.

Turno	Classificação	Intencionalidade	Concepções
4	Emblemático	Extensiva, aumento.	Aumento da pressão do produto, da molécula ou da quantidade de produto.
	Emblemático	Movimento.	Movimento de aproximação entre as moléculas de reagentes e produtos ou deslocamento do equilíbrio para formação dos produtos.
	Pantomima	Movimentos desordenados.	Moléculas dos reagentes próximas ou em contato.
8	Emblemático	Sentir calor.	Moléculas do produto ficam com temperatura alta.
9	Pantomima	Aproximação, desequilíbrio.	Moléculas do produto se aproximam dos reagentes ou deslocamento do equilíbrio para formação dos reagentes.
	Emblemático	Sentir frio.	Moléculas dos reagentes ficam com temperatura baixa.
10	Emblemático	Compartilhamento.	Transferir algo das moléculas do produto para as moléculas dos reagentes
18	Emblemático	Extensiva, diminuição.	Diminuição da concentração de N ₂ , da molécula ou da quantidade desse reagente.
19	Emblemático	Extensiva, diminuição.	Diminuição da concentração de N ₂ , da molécula ou da quantidade desse reagente.
	Emblemático	Movimento.	Movimento de aproximação entre as moléculas de reagentes e produtos ou deslocamento do equilíbrio para formação dos produtos.

A partir dos dados analisados percebe-se que a intencionalidade de mostrar algo faz com que os estudantes reflitam ativamente, realizando revisão de seus entendimentos e a seleção de qual característica será explicitada pelo gesto. Isso pôde ser percebido nos diversos momentos em que eles pararam um movimento ou gesto, pensaram e depois fizeram um movimento ou gesto diferente do primeiro. A reelaboração do gesto sugere a própria reelaboração do pensamento e, por conseguinte do modelo representado.

Em geral, os estudantes realizaram unidades gestuais curtas e os gestos que predominaram foram os emblemáticos e de pantomima. Esse aspecto de aparição de apenas duas categorias gestuais está relacionado com a característica do JT desenvolvido. Nas categorizações de Kendon (1997) e McNeill (2005) a maioria dos gestos acompanham a fala de quem os realiza e como o JT não permitiu a fala dos alunos-atores, a diversidade de gestos acabou se restringindo aos que independem da fala. Por isso os dados aqui presentes possuem considerável diferença dos encontrados por Moro et al. (2015) e Pereira (2015), que relatam a grande utilização de unidades gestuais longas e predominância de gestos dêiticos

5. CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi verificar como os JT podem auxiliar na explicitação dos modelos dos estudantes acerca de conceitos de Química. Para isso nossa análise ficou centrada no que os gestos mobilizados pelos estudantes poderiam nos indicar sobre os modelos por eles construídos a respeito de conceitos relativos ao tema equilíbrio químico. A partir dos resultados encontrados verificamos que o JT possibilitou aos estudantes um outro caminho semiótico para expor suas ideias e concepções, o gesto. E que por meio da leitura da intencionalidade e das características expressas pelos gestos é possível analisar características dos modelos e ideias construídos (ou em construção) pelos estudantes.

Assim, conclui-se que, nos delineamentos desta pesquisa, os JT favoreceram a explicitação dos modelos construídos pelos estudantes com respeito a conceitos relativos ao Equilíbrio Químico. Esta pesquisa corrobora o potencial educacional dos JT no ensino de Química (Roque, 2007; Neto, Pinheiro & Roque, 2013; Rodrigues & Furtado, 2013; Sousa & Soares, 2015). Seja como forma de avaliação diferenciada, que pode ajudar o professor a investigar as dificuldades dos alunos, revisão de conteúdos e ser um incentivador de socialização entre os estudantes. Seja por sua associação a outros modos semióticos, tais como a escrita, mobilizada rotineiramente nos exercícios, textos e atividades avaliativas, ou o verbal, contemplado nas conversas e perguntas feitas aos estudantes durante as aulas. O somatório desses elementos com diversidade semiótica possibilitará ao professor um panorama mais completo sobre os modelos construídos pelos estudantes sobre conceitos em estudo.

É importante ponderar que os gestos construídos e apresentados pelos estudantes, mesmo que imprecisos ou que provoquem diferentes interpretações, fornecem material para posterior diálogo e problematização das intencionalidades, possibilitando compreender mais a fundo os modelos construídos. Essa dinâmica pode ser aproveitada em uma abordagem didática. O JT estimulou os estudantes a refletirem sobre os conceitos científicos estudados. Entretanto, o aprofundamento dessa reflexão pode e deve ser induzido pelo professor. Por exemplo, é de grande importância que na realização do jogo a instrução dita pelo professor-diretor possa mobilizar a imaginação dos estudantes para maneiras diferentes de representar e não para uma representação que o professor considere certa. Quando se diz: mostre com as mãos, mostre com os pés, mostre com o cotovelo etc. não se trata de dar pistas para os estudantes sobre qual caminho seguir, mas sim de provocá-los a serem inventivos, criativos, e se conscientizarem de partes do corpo que eles ainda não haviam considerado. Outra possibilidade é explorar o momento da Avaliação, já que nele os estudantes podem verbalizar e explicar o que mostraram por meio dos gestos e o professor pode fazer questionamentos complementares visando a melhor explicitação do que foi fisicalizado.

Na representação dos estudantes pode haver a apresentação de características ou aspectos que não pertencem às entidades químicas, na concepção científica. Nesse momento é imprescindível estabelecer uma abordagem similar àquela utilizada em analogias e metáforas (Andrade, Zybersztajn & Ferrari, 2002), com a explicitação das limitações da representação no que se refere ao conceito-alvo.

REFERÊNCIAS

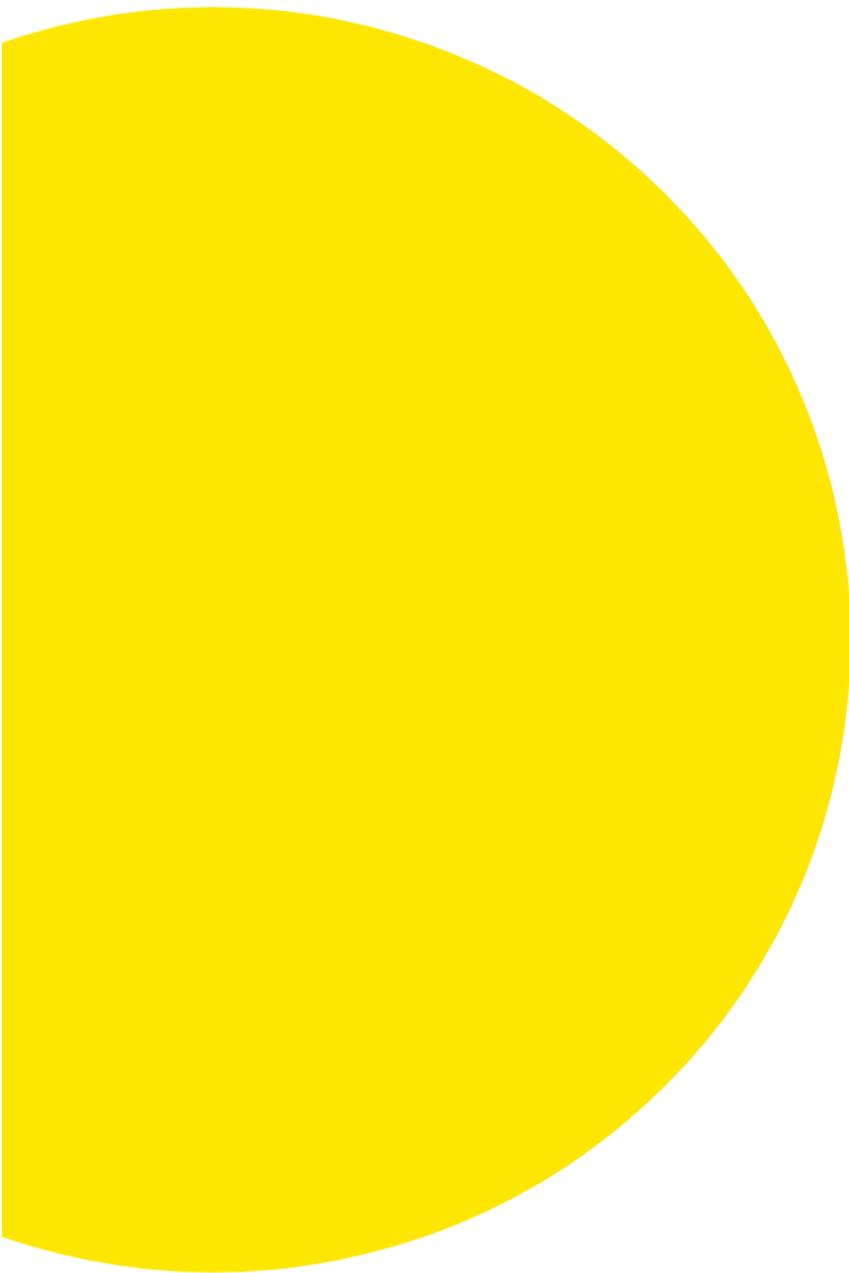
- Andrade, B. de, Zylbersztajn, A., & Ferrari, N. (2002). As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 01-11. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172000020207>
- Gama, J. (2010). A fisicalização no sistema de jogos teatrais. *Revista de História e Estudos Culturais*, 7(1), 01-05.
- Kendon, A. (2004). *Gesture: visible action as utterance*. Cambridge University Press.
- Kralemann, B., & Lattmann, C. (2013). Models as icons: modeling models in the semiotic framework of Peirce's theory of signs. *Synthese*, 190, 3397–3420. <https://doi.org/10.1007/s11229-012-0176-x>.
- Lucas, L. B. (2016). *Sobre a gênese da unidade de sentido entre ferramenta-gesto-discurso no ensino superior de Química* (Dissertação mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil).
- Ludke, M., André, M. E. D. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. Editora Pedagógica e Universitária.
- McNeill, D. (2006) Gesture: a psycholinguistic approach. In: Brown, E., & Anderson, A. (eds) *The Encyclopedia of Language and Linguistics* (p. 58–66). Elsevier.
- McNeill, D. (2005). *Gesture and thought*. University of Chicago Press.
- McNeill, D. (1992). *Hand and Mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago Press.
- Moreira, L. M. (2008). *O Jogo Teatral no Ensino de Química: contribuições para a construção da cidadania* (Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).
- Moro, L., Mortimer, E. F., Quadros, A. L., Coutinho, F. Â., Silva, P. S., Pereira, R. R., & Santos, V. C. dos. (2015). Influência de um terceiro modo semiótico na gesticulação de uma professora de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(1), 009-032.
- Neto, H. da S. M., Pinheiro, B. C. S., & Roque, N. F. (2010, July). Improvisações teatrais para o ensino de química. Paper presented at *XV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ, 2010)*. http://www.sbgq.org.br/eneq/xv/resumos/R_0135-1.pdf.
- Nöth, W. (2013). The semiotics of models. *Signs Systems Studies*, 46(1), 07-43.
- Padilha, J. N., & Carvalho, A. M. P. de. (2011). Relações entre os gestos e as palavras utilizadas durante a argumentação dos alunos em uma aula de conhecimento físico. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(2), 25-40. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4195>
- Pereira, R. R. (2015). *O uso de gestos recorrentes e a multimodalidade em aulas de Química Orgânica do Ensino Superior*. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil).
- Piccinini, C., & Martins, I. (2004). Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(1), 24-37. <https://doi.org/10.1590/1983-21172004060103>.
- Rivero, M. (2003). Los inicios de la comunicación: la intencionalidad comunicativa y el significado como procesos graduales. *Anuário de Psicologia*, 34 (3), 337-356.
- Rodrigues, R. de C. B., & Furtado, W. W. (2013, november) Jogos teatrais no estudo da construção histórica do conhecimento sobre modelos atômicos no ensino fundamental. Paper presented at *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC, 2013)*. <http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0670-1.pdf>.
- Roque, N. F. (2007). Química por meio do teatro. *Química Nova na Escola*, 25, 19-22.
- Sousa, M. V. De, Soares, M. H. F. B. (2017, november). Expressão corporal no ensino de química: jogos teatrais para a discussão de conceitos relacionados a radioatividade. Paper presented at *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC, 2017)*. <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0711-1.PDF>.
- Spolin, V. (2005). *Improvisação para o Teatro*. Perspectiva.

Spolin, V. (2006). *Jogos Teatrais: O fichário de Viola Spolin*. Perspectiva.

Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 28, p. 675–691, 2005. <https://doi.org/10.1017/S0140525X05000129>

Vygotsky, L. S. (2008). *Pensamento e Linguagem*. Ed. Marins Fontes.

Vygotsky, L. S. (1998). *A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Ed. Marins Fontes.



**PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E
TECNOLOGIA**

S2

—

**PRACTICES IN SCIENCE,
MATHEMATICS, AND
TECHNOLOGY EDUCATION**

S2

Nesta secção serão apresentados relatos e caracterizações de práticas educativas ou apresentação de inovações ou projetos educativos em curso ou terminados em/sobre contextos formais ou não formais de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

In this section will be presented papers reporting and characterizing educational practices, or presenting innovations, or ongoing, or completed educational projects in/about formal or non-formal contexts of Science, Mathematics, and Technology Education.

En esta sección se presentarán reportes y caracterización de prácticas educativas o presentación de innovaciones o proyectos educativos en curso o terminados en/acerca de contextos formales o no formales de Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.

**ENSINAR, APRENDER E DIVULGAR CIÊNCIA: DO CLUBE DE CIÊNCIAS
EXPERIMENTAIS À CRIAÇÃO DE UM CENTRO DE RECURSOS**

TEACH, LEARN AND SCIENCE DIVULGATION: FROM THE EXPERIMENTAL SCIENCES CLUB TO THE
CREATION OF A RESOURCE CENTER

ENSEÑAR, APRENDER Y DIVULGAR LA CIENCIA: DEL CLUB DE CIENCIAS EXPERIMENTALES A LA
CREACIÓN DE UN CENTRO DE RECURSOS

José Jorge Teixeira¹, Lígia Teixeira¹ & Armando A. Soares²

¹Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins, Portugal

²Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
jjsteixeira@gmail.com

RESUMO | O Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) nasceu em 2006 para aproximar a ciência aprendida na escola da comunidade e melhorar os conhecimentos/competências experimentais dos alunos. A partir das parcerias estabelecidas e dos prémios obtidos com o CEEC criou-se, em 2019, um Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM) que tem por finalidades promover a integração, a flexibilização curricular, o acesso a recursos experimentais, etc. Este trabalho tem como principais objetivos fazer uma revisão da metodologia e das atividades implementadas no CEEC, divulgar e partilhar as atividades promovidas pelo CRALM e apresentar o impacto que o CRALM e o CEEC têm na comunidade e na aprendizagem dos alunos. Os resultados mostram que os alunos participantes do CEEC e do CRALM melhoraram os resultados académicos e que as atividades implementadas na comunidade são motivadoras, contribuem para a aprendizagem de quem as realiza e têm tido destaque nos *media* nacionais/locais.

PALAVRAS-CHAVE: Educação CTEM, Comunidade, Projetos, Ensino não formal, Metodologia.

ABSTRACT | The Experimental Science Teaching Club (ESTC) was born in 2006 to bring science learned in the school closer to the community and to improve students' experimental knowledge/skills. From the established partnerships and the awards obtained with the ESTC, a Resource Center of Mobile Laboratory Activities (RCMLA) was created in 2019, which aims to promote integration, curricular flexibility, access to experimental resources, among others. The main objectives of this work are to review the methodology and activities implemented at ESTC, disseminate and share the activities promoted by RCMLA and to show the impact that RCMLA and the ESTC have in the community and student learning. The results show that the students participating in the ESTC and RCMLA improved academic results and that the activities implemented in the community are motivating, contribute to the learning of those who perform them and have been highlighted in the national/local media.

KEYWORDS: STEM Education, Community, Student Projects, Nonformal Education, Methodology.

RESUMEN | El Club de la Enseñanza Experimental de las Ciencias (CEEC) nació en 2006 para acercar las ciencias aprendidas en la escuela a la comunidad y mejorar los conocimientos/habilidades experimentales de los estudiantes. A partir del CEEC, se creó un Centro de Recursos de Actividades de Laboratorio Móviles en 2019 (CRALM) con el propósito de promover la integración, la flexibilidad curricular, el acceso a recursos experimentales, entre otros. Este trabajo tiene como objetivos revisar la metodología y las actividades implementadas en el CEEC, difundir y compartir las actividades promovidas por el CRALM y presentar el impacto que ambos tienen en la comunidad y en el aprendizaje de los estudiantes. Los resultados muestran que los estudiantes que participan en el CEEC y el CRALM han mejorado los resultados académicos y que las actividades implementadas en la comunidad son motivadoras, contribuyen para el aprendizaje y han tenido destaque en los medios de comunicación nacionales/locales.

PALABRAS CLAVE: Educación CTEM, Comunidad, Proyectos, Educación no formal, Metodología.

1. INTRODUÇÃO

O Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) nasceu, em 2006, na Escola Secundária Fernão de Magalhães em Chaves, num contexto em que o ensino das ciências estava centrado nos conteúdos, na realização de testes de avaliação e nos exames nacionais. Simultaneamente, o ensino não formal era pouco valorizado, a ligação dos conteúdos ao mundo real dos alunos era quase inexistente e raramente o processo de ensino-aprendizagem era realizado fora da sala de aula. Infelizmente, a partir da nossa experiência, a nível local e da participação em várias conferências sobre educação, a nível nacional, este contexto não sofreu alterações significativas no ensino secundário.

O CEEC foi criado, no ensino secundário, com as finalidades de aproximar a ciência aprendida na escola da comunidade e dar resposta a um número significativo de alunos que manifestou interesse em aprofundar conhecimentos experimentais, relacionados com os conteúdos do ensino formal e com os problemas locais/nacionais/mundiais (Teixeira & Soares, 2010, 2015a; Teixeira, Soares, & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b). O CEEC funciona semanalmente durante o período das atividades letivas e em algumas interrupções letivas, de acordo com o interesse dos alunos e a cronologia das atividades. As atividades e projetos desenvolvem-se em ambiente não formal em articulação com o ensino formal. O CEEC utiliza uma metodologia centrada nos alunos, é facultativo, interdisciplinar, transversal, aberto à comunidade e às iniciativas dos alunos e/ou professores, articula conteúdos e atividades desde o pré-escolar ao 12.º ano, desenvolve projetos com universidades portuguesas (por exemplo, existe uma parceria com mais de uma década com o Departamento de Física da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro) e participa em olimpíadas, prémios e iniciativas relacionadas com a ciência. A maioria das atividades/projetos desenvolvidos têm baixo custo (~0,01 euros/aluno/hora). O trabalho desenvolvido permitiu a obtenção de 20 prémios nacionais/internacionais atribuídos a alunos e professores, destacando-se o Global Teacher Prize Portugal 2018, o CASIO Innovative STEM Teacher 2019 e o prémio Visibilidade 2019, na II Gala do Empreendedorismo e das Empresas do Alto Tâmega (Teixeira, Soares, & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b).

A partir da experiência adquirida, das parcerias estabelecidas e dos prémios obtidos com o CEEC criou-se, em 2019, um Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM), na Escola Secundária Dr. Júlio Martins, em Chaves, ao qual se associaram os alunos do CEEC para criar kits de ciências e realizar voluntariado ligado à ciência. O CRALM está a ser utilizado para realizar eventos na comunidade relacionados com CTEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), levar a componente prática da ciência às escolas remotas da região, promover a integração, desenvolver projetos com impacto na comunidade, promover a literacia científica desde o pré-escolar aos seniores, apoiar o ensino à distância, incentivar o ensino das ciências pelos professores de Educação Especial, investir em material das áreas da ciência e da tecnologia, em que as escolas da região são carentes, etc. (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b). Salienta-se que a Inspeção-Geral da Educação e Ciência, no relatório Gestão do Currículo: Ensino Experimental das Ciências, reconheceu o CRALM como um dos aspetos mais positivos do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins (IGEC, 2019).

Assim, este trabalho tem como principais objetivos fazer uma revisão da metodologia e das atividades implementadas no CEEC, divulgar e partilhar as atividades promovidas pelo CRALM, referir as parcerias estabelecidas, mostrar o impacto que o CRALM e o CEEC têm na

comunidade e na aprendizagem dos alunos e apresentar a solução encontrada para os alunos continuarem a desenvolver atividades durante o confinamento, devido à Covid-19.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

É fundamental que os alunos como futuros cidadãos desenvolvam ao máximo as suas competências de forma a participarem ativamente na vida pública (científica, política, económica, social, cultural e ambiental) (Teixeira, 2020). Gago et al. (2005) apelam, num relatório da Comissão Europeia, à articulação das ciências, da tecnologia, da engenharia e da matemática nas aulas. Também referem que a ciência da escola está separada do quotidiano e que é necessária mais experiência prática, especialmente nos ensinos básico e secundário, que devem ser projetados para atender às necessidades e interesses dos jovens. A articulação dos domínios das ciências, da engenharia, da tecnologia e da matemática (CTEM) tem a potencialidade de aludir à curiosidade natural do aluno, de como as coisas funcionam e a raciocínios que se direcionam para a resolução de problemas próximos de contextos do mundo real (Crippen & Antonenko, 2018; Moore et al., 2015). Rennie (2015) defende que um currículo de ciências deve providenciar um balanço entre um conhecimento disciplinar e um conhecimento integrado, estabelecidos em problemas locais, criteriosamente escolhidos de modo a poderem ser aplicados em problemas mais globais. A investigação em educação tem mostrado que a perspetiva integradora CTEM tem potencialidades para a aprendizagem de conceitos científicos, a motivação dos alunos e o desenvolvimento de várias competências como a criatividade, a resolução de problemas e o pensamento crítico (Rahm & Moore, 2015).

Deste modo, a literatura publicada mostra que as finalidades que conduziram à fundação do CEEC (realizar projetos com articulação de ciência, tecnologia, engenharia, matemática e até arte, ligar a ciência ao quotidiano e à comunidade e aprofundar conhecimentos experimentais relacionados com os conteúdos do ensino formal, de acordo com os interesses dos alunos e com os problemas locais), apesar de inovadoras em 2006 ainda se mantêm atualmente. Tendo em conta a fundamentação descrita e o contexto do ensino das ciências e das tecnologias, criou-se um espaço de ensino não formal nos laboratórios das Escolas Secundárias Fernão de Magalhães, em 2006, e Dr. Júlio Martins, em 2017, onde o ensino e a aprendizagem estão focados nas ideias e interesses dos alunos e na comunidade. O espaço está aberto a todos os alunos de ciências do ensino secundário e tem carácter facultativo, cabendo ao professor o papel de supervisor e de dinamizador desse espaço (Teixeira & Soares, 2010, 2015; Teixeira, Soares, & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b). As parcerias estabelecidas e as atividades e projetos realizados levaram à criação do CRALM em 2019, que conta com um espaço físico próprio (Figura 1).

O CRALM tem como parceiros a CASIO, a Câmara Municipal de Chaves, as Mentas Empreendedoras, o AKI, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, a Einhell, a Consurema, a Robert Mauser Lda. e o E.Leclerc.



Figura 1 Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM) com alguns kits e pôsteres de projetos apresentados em encontros de ciência nacionais/internacionais.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Para articular conhecimentos de várias áreas do saber, ligar a ciência ao quotidiano dos alunos e à comunidade e aprofundar conhecimentos experimentais relacionados com os conteúdos do ensino formal de acordo com os interesses dos alunos utiliza-se, no CEEC, uma metodologia/abordagem baseada nos seguintes tópicos (Teixeira, Soares & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b):

- debate de ideias, dentro e/ou fora da sala de aula, moderado pelo professor;
- escolha de trabalhos práticos, pelos alunos, com o objetivo de manter o seu interesse pelas atividades e de promover a criatividade e a exploração de ideias;
- trabalhos práticos, propostos pelo professor, com o objetivo de orientar e fornecer os conhecimentos necessários à concretização dos trabalhos escolhidos pelos alunos;
- 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;
- apoio individualizado aos alunos que não estejam a atingir os objetivos propostos;
- obtenção de produtos finais e apresentação dos produtos (protótipos e kits) à comunidade com humor científico.

O espaço de experimentação é realizado num dos laboratórios da escola e/ou, mais recentemente, nas instalações do CRALM. As palestras incidem sobre os temas dos projetos a desenvolver e são proferidas por professores e investigadores do ensino superior, que visitam a escola com alguma regularidade. A apresentação dos produtos é efetuada através da realização de laboratórios abertos para a comunidade, apresentações informais, no CRALM, para professores que pretendam utilizar esses produtos com os seus alunos, eventos nacionais e regionais de educação ou em apresentações públicas de determinados projetos.

A Figura 2 ilustra o modelo de atuação utilizado no CEEC, cujo tripé de sustentação assenta no espaço de experimentação e debate de ideias, nos ciclos de palestras e nos produtos finais (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b).



Figura 2 Modelo de atuação utilizado no CEEC.

A metodologia utilizada no CEEC e a diversificação das atividades de modo a satisfazer a curiosidade, as necessidades, os interesses e as expectativas dos alunos são fatores que contribuem para o sucesso do clube e para a renovação constante de alunos (Teixeira, Soares & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018). Desde a sua criação participaram regularmente cerca de 400 alunos do ensino secundário (55% raparigas e 45% rapazes), onde cada aluno se mantém ligado ao CEEC entre um e três anos. Os produtos finais obtidos são, posteriormente, utilizados por outros alunos e professores, desde a educação pré-escolar até ao 12.º ano, em contexto de sala de aula e em eventos realizados na comunidade.

3.1 Projetos e atividades desenvolvidas no CEEC

Nas subsecções seguintes são apresentados alguns exemplos dos mais de 40 projetos e atividades desenvolvidos no CEEC, em várias áreas da ciência (Física, Química, Biologia, Matemática e Informática), alguns dos quais premiados.

3.1.1 Projeto Radiação e Ambiente

Este projeto envolveu alunos, professores, comunidade educativa e a comunidade local em atividades relacionadas com a problemática da radiação ionizante. Neste projeto foram desenvolvidas seis atividades laboratoriais relacionadas com a radioatividade, culminando o projeto com o despiste e monitorização da existência de gás radão, através da colocação de detetores de radão em vários imóveis. Pelo trabalho desenvolvido os alunos obtiveram o 1.º prémio no concurso nacional do Projeto Radiação Ambiente, em 2011 (Figura 3) (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018).

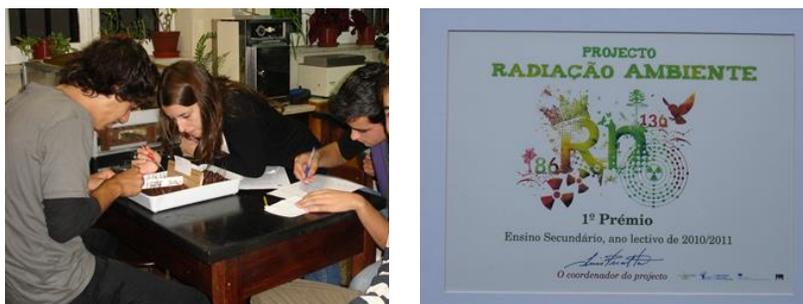


Figura 3 Alunos a realizarem o tratamento de dados da atividade “germinação de sementes irradiadas” e certificado da obtenção do 1.º prémio do concurso.

3.1.2 Efeito Ondulatório no Movimento de um Conjunto de Pêndulos

Este projeto nasceu da ideia de um aluno em estudar o movimento periódico de um conjunto de pêndulos simples, com diferentes comprimentos, depois de ter observado um vídeo na internet (<http://www.youtube.com/watch?v=yVkdFJ9PkRQ>), com o referido movimento. Um grupo de alunos construiu um dispositivo experimental semelhante ao observado no vídeo e foi desenvolvido um modelo matemático com o software *Modellus*, capaz de simular o movimento ondulatório descrito pelo conjunto dos pêndulos permitindo, assim, um melhor entendimento da física envolvida (Figura 4). Este projeto envolveu teoria, experimentação e computação que constituem as bases da construção do conhecimento atual. O projeto incorpora todas as vertentes de educação CTEM. Com este projeto os alunos obtiveram uma Menção Honrosa no 21º Concurso Jovens Cientistas e Investigadores, em 2013 (Teixeira, Soares & Caramelo 2013; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b).

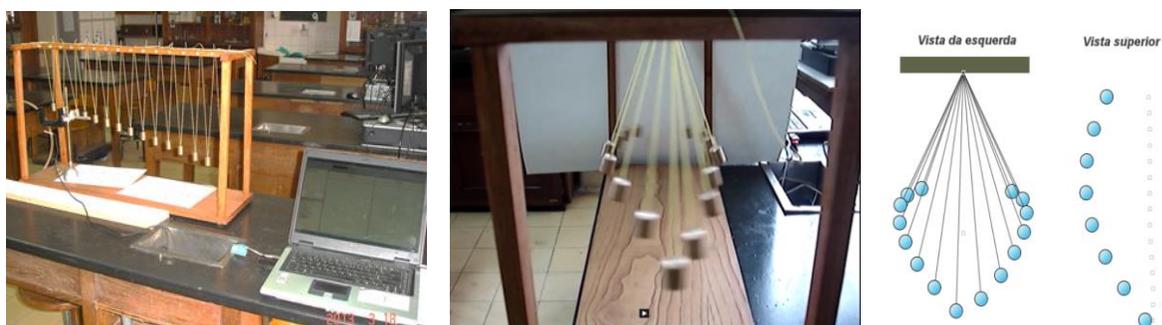


Figura 4 Fotos do instrumento durante o processo de calibração, uma imagem obtida de um vídeo do autor e duas figuras da simulação computacional com o *Modellus*.

3.1.3 Museu de História Natural, de Ciências e Tecnologias

A Escola Secundária Fernão de Magalhães, em Chaves, com 117 anos, possui no laboratório de física um acervo de instrumentos antigos que podem ser explorados no ensino não formal. Este projeto teve como objetivo a recuperação desses instrumentos e a elaboração de uma ficha descritiva por instrumento onde consta, por exemplo, a descrição/funcionamento e a referência em manuais, faturas e catálogos antigos. Os instrumentos depois de recuperados foram, posteriormente, utilizados no dia do laboratório aberto e em atividades do projeto Física e Química para os + Pequenos, destinado à educação pré-escolar e ao 1.º ciclo do ensino básico. Estes instrumentos foram, para alguns alunos, um fator motivacional para a aprendizagem da física e constituem um espólio importante da memória da escola. Com as fichas descritivas construiu-se um museu virtual (<https://museu.aefm.pt/>) (Figura 5). O projeto foi apresentado no 26º Encontro Ibérico para o Ensino de Física e ganhou o prémio de melhor comunicação em forma de poster (Teixeira, Teixeira & Soares, 2016a, 2018).

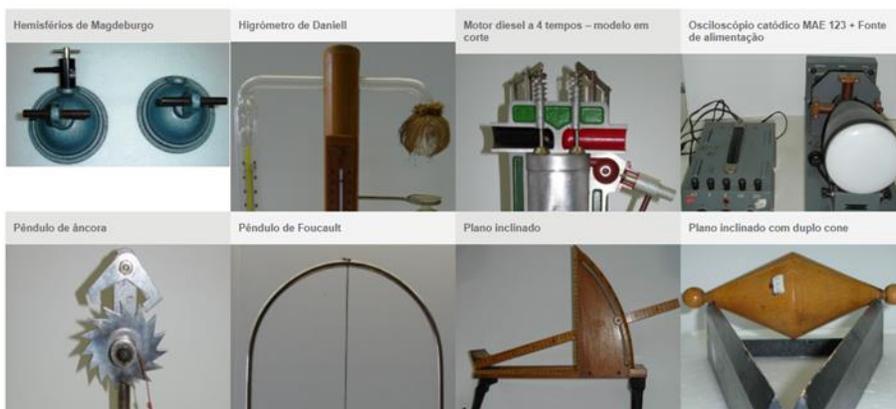


Figura 5 Página da Escola Secundária Fernão de Magalhães sobre o Museu Virtual de História Natural, de Ciências e Tecnologias.

3.1.4 Sistema de Abrigo e Rega Autónoma (SARA)

O projeto Sistema de Abrigo e Rega Autónoma (SARA) nasceu em 2017 quando a Europa sofreu uma seca severa (Figura 6). O assunto foi debatido no CEEC e levou os alunos a desenvolverem um projeto para economizar água na rega, de plantas e árvores, e que aproveitasse a água da humidade do ar (chuva, orvalho e vapor). O sistema é autossuficiente, ecológico e energeticamente autónomo. O protótipo é constituído por um sistema de caixas que permitem o desenvolvimento de plantas e árvores em zonas de seca extrema. A água é retirada da humidade do meio ambiente por condensação. O sistema de condensação é constituído por uma Pastilha Termoelétrica Peltier e sucata de computadores, sendo alimentado por um painel fotovoltaico. O condensador é silencioso e produz até 250 mL de água por dia, em testes realizados na cidade de Chaves (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018, 2019a, 2019b). Foi apresentado em 2019 nos Estados Unidos, na Minnesota Schoolyard Gardens Conference e obteve um Diploma de Mérito no Prémio Fundação Ilídio Pinho, Ciência na Escola, em 2018.



Figura 6 Construção dos instrumentos do SARA e apresentação pública do projeto.

3.1.5 Evitar os Incêndios em Portugal: Uma Contribuição Pedagógica

O projeto Evitar os Incêndios em Portugal: Uma Contribuição Pedagógica nasceu no contexto do incêndio florestal em Pedrogão Grande e do desafio de aproximar as atividades do CEEC de outros níveis de ensino. O CEEC esteve envolvido na preparação e organização de 10 atividades laboratoriais (Figura 7). A partir destas atividades foi elaborado um guião, original e

validado, destinado aos professores. As atividades que constam do guião foram aplicadas com sucesso em nove grupos da educação pré-escolar e 16 turmas do 1.º ciclo do ensino básico. Elaborou-se, ainda, um calendário onde se conciliou ciência com arte e cuja venda contribuiu para reflorestar 9000 m² de terreno. Com este projeto obteve-se uma Menção Honrosa no Prémio Fundação Ilídio Pinho, Ciência na Escola, 2019 (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018, 2019b).

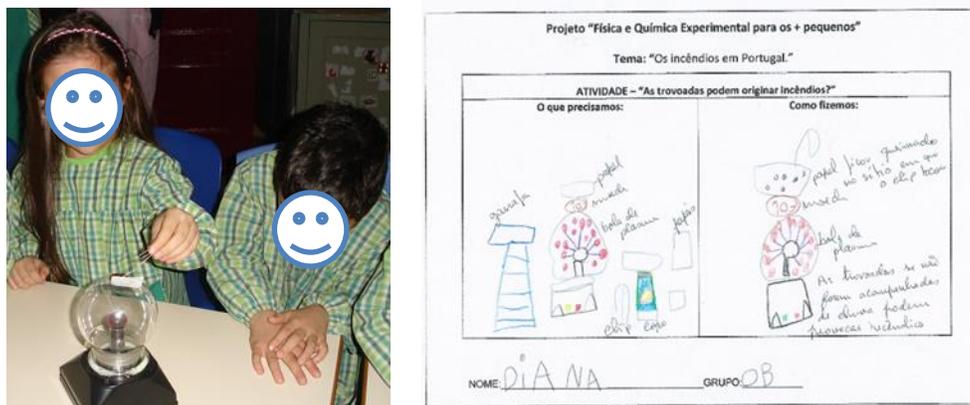


Figura 7 Crianças da educação pré-escolar a realizarem uma atividade que relaciona os relâmpagos com os incêndios e o respetivo registo.

3.1.6 Determinação da Aceleração da Gravidade

Com o projeto Determinação da Aceleração da Gravidade, o CEEC procurou dar resposta ao desafio proposto no concurso Atlas do Saber, construir um dispositivo para medir a aceleração da gravidade com a maior precisão possível, com um limite orçamental máximo de cinco euros. Foram construídos dois pêndulos (gravítico e físico) dentro do limite orçamental e foi realizado um estudo comparativo da aceleração da gravidade obtida com o pêndulo gravítico e com o pêndulo físico, por alunos dos 9.º e 10.º anos. Foram obtidos os seguintes valores para a aceleração da gravidade de $9,79 \pm 0,03 \text{ m/s}^2$, para o pêndulo gravítico e $9,802 \pm 0,007 \text{ m/s}^2$, para o pêndulo físico. Com este projeto os alunos obtiveram o 2.º lugar neste concurso, tendo sido o prémio entregue pelo Nobel da Física 2016, Michael Kosterlitz (Figura 8) (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018, 2019b).



Figura 8 Apresentação pública do projeto e entrega do 2º prémio Atlas do Saber Física 2018 pelo Nobel da Física 2016, Michael Kosterlitz.

3.1.7 Combustão de uma Vela dentro de um Copo Invertido Parcialmente Imerso numa Tina com Água

A combustão de uma vela dentro de um copo invertido parcialmente imerso numa tina com água é uma atividade clássica com referência em muitos manuais escolares. Contudo, é frequente encontrar a explicação errada do fenómeno observado, ao associarem a subida da água na tina à combustão total do oxigénio. Os alunos do CEEC realizaram uma atividade investigativa onde comprovaram, entre outros aspetos, que a combustão da vela termina quando o nível de oxigénio é reduzido para 17%. O principal fator da explicação desta atividade está relacionado com a dilatação do ar durante o aquecimento e com a sua contração, no arrefecimento. (Teixeira & Soares, 2015b; Vera, Rivera & Núñez, 2011).

A partir da experiência da vela, foi elaborado um guião de atividades validado e construídos alguns instrumentos para explicar a variação do volume de ar dentro do copo e o facto de a vela se apagar (Figura 9). As atividades foram realizadas por 453 alunos da educação da pré-escolar e do 1.º ciclo do ensino básico (Teixeira, Teixeira & Soares, 2016b).



Figura 9 Montagem experimental para medir a concentração de oxigénio durante a combustão e instrumento que permite verificar a dilatação e contração do ar.

3.1.8 Bomba de Hidrogénio

A atividade Bomba de Hidrogénio realizada no CEEC consiste na produção de hidrogénio gasoso através de uma reação química e na sua acumulação no interior de uma garrafa de plástico transparente, para posterior ignição. Como resultado da combustão rápida é produzido um forte estrondo (Figura 10). Esta atividade permitiu sensibilizar os alunos para novas fontes de energias e motivá-los para os conteúdos da disciplina de Física e Química (Soares, Teixeira & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a).



Figura 10 Quatro imagens de um vídeo da combustão do hidrogénio obtidas em intervalos consecutivos de 0,033 s.

3.2 Construção de kits e algumas atividades promovidas pelo CRALM

O CRALM tem por principal finalidade disponibilizar às escolas da região material para a realização de atividades relacionadas com CTEM. Para facilitar a utilização desse material, o CRALM tem um plano de formação para professores, tendo-se realizado várias formações informais de partilha de saberes e uma ação de formação creditada, promovida pela CASIO, sobre recolha e tratamento de dados usando sensores e calculadoras gráficas. Para além disso, os alunos são incentivados a construir kits de ciência/tecnologia com o objetivo de criar atividades laboratoriais motivadoras, inusuais, inovadoras e levar a ciência às escolas da região. Com os kits 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. Também se realizaram atividades denominadas Ciência em Ação em lares de idosos e na Universidade Sénior de Chaves (Figura 11). Os professores de Educação Especial utilizaram os kits no Centro de Apoio à Aprendizagem para trabalhar com os alunos para os quais foram mobilizadas medidas adicionais. Para além do ensino das ciências, os kits também foram usados para melhorar determinadas competências dos alunos como, por exemplo, a motricidade fina.



Figura 11 Atividades com kits realizadas no lar Casa Santa Marta e na 12.ª Edição da Feira de Educação, Formação, Juventude e Emprego.

Até à presente data já foram desenvolvidos 35 kits replicados, em média, três vezes. Alguns dos kits disponíveis são os seguintes:

- O kit Eletropickle permite colocar um pequeno pepino a emitir luz. A cor da luz emitida depende da solução salina onde o pepino esteve mergulhado. As peças que sustentam o pepino foram projetadas e construídas pelos alunos do CEEC (Figura 12). Este kit é para ser utilizado pelo professor como kit de demonstração, tendo em conta as condições de segurança que a sua utilização exige.

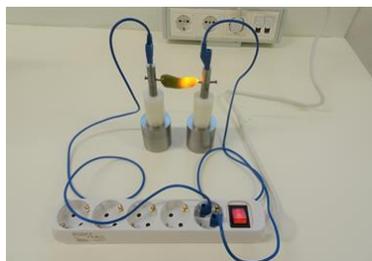


Figura 12 Kit que permite o estudo de circuitos elétricos e espectros de emissão.

- No kit Pêndulo Elétrico são carregadas duas latas metálicas com cargas de sinais contrários. Quando se coloca um pêndulo entre as duas latas, este oscila durante vários minutos (Figura 13).



Figura 13 Kit que permite relacionar o transporte de cargas elétricas com o movimento de um pêndulo.

- O kit Mãos no Fogo possibilita a colocação de fogo nas mãos sem que o executante se queime. Com este kit é estudada a capacidade térmica mássica da água (Figura 14). Embora a atividade realizada com este kit pareça necessitar de condições especiais de segurança, ela apenas exige que o executante tenha as mãos molhadas e afastadas da cara. A combustão da pequena quantidade de gás utilizado não é suficiente para queimar a pele e fazer disparar detetores de incêndio.



Figura 14 Kit que possibilita o estudo da capacidade térmica mássica da água.

- O kit Bobine de Tesla permite acender uma lâmpada fluorescente, até à distância de 20 cm, sem estar ligada a qualquer fio ou fonte. Com este kit os alunos aprendem a montar circuitos eletrônicos e têm contacto com o fenómeno da indução eletromagnética (Figura 15).

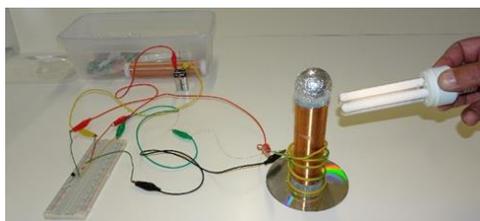


Figura 15 Kit de construção de Bobines de Tesla.

- Kit de Ótica Laser para o estudo do olho humano, câmara fotográfica, telescópio, aberração esférica, refração, reflexão, propagação retilínea da luz, lentes, espelhos, determinação de índices de refração, defeitos visuais e sua correção, etc. Todas as peças foram

construídas e projetadas por alunos do CEEC. O kit inclui uma caixa de lasers para a obtenção de um a cinco feixes paralelos (Figura 16).



Figura 16 Kit de Ótica Laser.

O CRALM investiu na área da astronomia porque as escolas não tinham equipamentos. Para o efeito adquiriram-se cinco telúrios, três binóculos e três telescópios, sendo dois deles motorizados. Com estes materiais fizeram-se observações astronómicas diurnas e noturnas com impacto na comunidade. Destas, destacamos a observação do trânsito de Mercúrio, em novembro de 2019, e um Encontro de Leitura com Astros (Figura 17).



Figura 17 Observação do trânsito de Mercúrio e observação noturna.

De março a maio de 2019, promoveu-se a construção de carros solares de baixo custo em quatro grupos da educação pré-escolar, com 85 crianças e 17 turmas do 1º ciclo do ensino básico, com 415 alunos. Em maio, realizou-se uma corrida de carros solares na Escola Básica Santa Cruz Trindade estando presentes, para além de toda a comunidade escolar, elementos da associação de pais e representantes da autarquia (Figura 18). Em 2020 os alunos do ensino secundário desenvolveram carros solares e elétricos telecomandados.

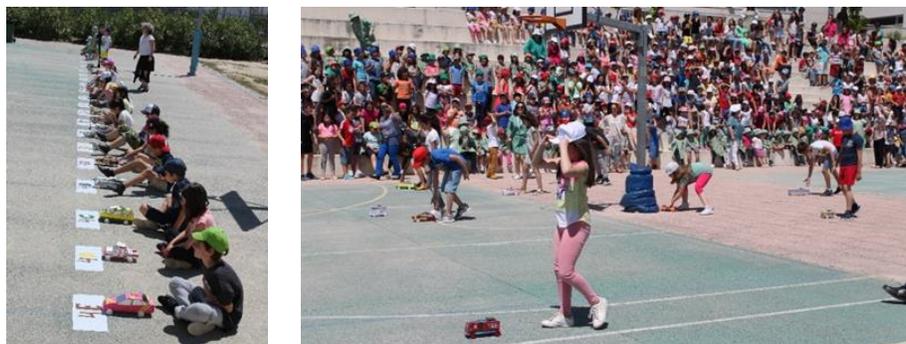


Figura 18 Corrida de carros solares na Escola Básica Santa Cruz Trindade.

No 1.º ciclo do ensino básico iniciou-se o Projeto CASIO STEM Labs onde são realizadas atividades laboratoriais, com sensores, que potenciam as perceções sensoriais que os alunos têm

do meio circundante (velocidade do ar, som, temperatura, peso, etc.) ou de si próprios (força muscular, temperatura corporal, etc.). A medição da velocidade do ar projetado pelas ventoinhas de um motor, num circuito elétrico, e a medição das quantidades de oxigénio e de dióxido de carbono do ar inspirado/expirado, são exemplos de atividades realizadas.

Antes da Covid-19 estavam a ser desenvolvidos, no CRALM, barcos controlados remotamente para recolha de água em lagoas e rios e transporte de sensores que medem as propriedades da água *in loco* (Figura 19).



Figura 19 Barco controlado remotamente com sistema de recolha de água para análise.

Desde março de 2020, o CEEC disponibilizou micro:bits e kits a 25 alunos do 10.º ano de escolaridade (~25%), do Curso de Ciências e Tecnologias, para realizarem atividades experimentais à distância, durante o confinamento devido à Covid-19. As atividades realizadas promoveram a articulação dos conteúdos de várias disciplinas, a programação, a robótica e os problemas relacionados com a Covid-19. Algumas das atividades realizadas foram: programação do micro:bit para que possa ser utilizado como um cronómetro; programação de músicas; programação do micro:bit para detetar a abertura de um frigorífico, o número de vezes que foi aberto, a temperatura e se mexeram nos alimentos; construção de um termómetro médico; criação de um sistema que deteta a aproximação da mão à cabeça, como forma de prevenção da Covid-19, etc. (Figura 20).

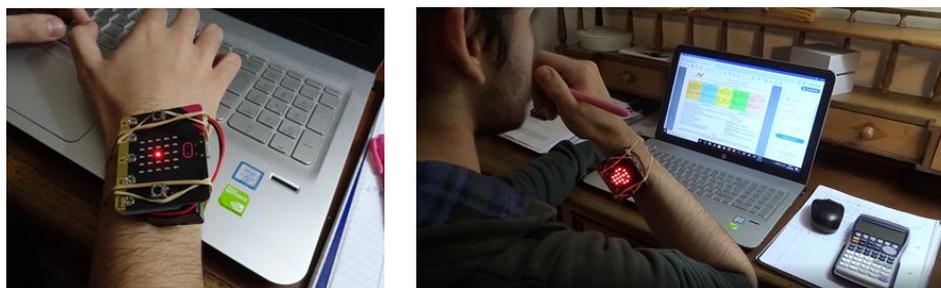


Figura 20 Comportamento do micro:bit quando se aproxima da cara.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Ao nível da avaliação da aprendizagem dos alunos, verificou-se que as classificações médias internas na disciplina de Física e Química A, dos alunos que frequentaram o CEEC foram sempre superiores, entre 1,3 (ano letivo 2012/2013) e 5,1 valores (ano letivo 2008/2009), às classificações dos alunos que não o frequentaram, mas que pertenciam à mesma turma. No Exame Nacional de Física e Química A (prova 715), os alunos que frequentaram o CEEC obtiveram classificações médias superiores, entre 1,6 (ano letivo 2011/2012) e 5,8 valores (ano letivo 2008/2009), comparadas com as classificações obtidas, no mesmo exame, por alunos que não frequentaram o CEEC, mas que pertenciam à mesma turma. O estudo foi realizado para os anos letivos de 2006/2007 a 2013/2014 com alunos de duas turmas (aproximadamente 54 alunos) onde participaram, anualmente, nas atividades do CEEC 14 a 35 alunos (Teixeira & Soares, 2010, 2015a; Teixeira, Soares & Caramelo, 2015).

A avaliação da implementação das atividades desenvolvidas e realizadas pelo CEEC e no CRALM pode ser analisada, do ponto de vista qualitativo, através do mediatismo e destaque que têm tido nos meios de comunicação social, que ultrapassa em muito as expectativas iniciais. Desde 2017 foram realizadas cerca de 90 entrevistas e reportagens para revistas, rádios, jornais e televisão, tendo sido algumas delas exibidas em horário nobre. A obtenção de 20 prémios por alunos e professores, alguns dos quais referidos anteriormente, parecem ser uma garantia da qualidade da prática utilizada.

Outras formas de avaliação das atividades desenvolvidas são os relatórios dos professores intervenientes e os inquéritos de opinião. Destes destacamos os seguintes:

- Nas comemorações do Centenário do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins em 2019, o CEEC e o CRALM marcaram a sua presença com a atividade Laboratório Aberto com Kits, onde foram apresentados 30 kits. Na atividade estiveram presentes vários professores, entidades regionais e nacionais e cerca de 1450 alunos de várias escolas. Da aplicação de um questionário de opinião a 850 visitantes (alunos, encarregados de educação e outros membros da comunidade) constatou-se que 100% dos visitantes consideraram a atividade interessante, motivadora e que contribuiu para a aprendizagem de vários temas de ciência. Para o ano letivo seguinte, 91% dos visitantes pretendiam repetir esta atividade (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b);

- O relatório dos professores de Educação Especial, que utilizaram os kits no Centro de Apoio à Aprendizagem, identificaram uma evolução de cerca de 60% na oralidade e 50% na cooperação/autonomia dos alunos (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b);

- A atividade da construção de carrinhos solares associada à corrida foi a que teve maior número de participantes na Escola Básica Santa Cruz Trindade, maior impacto na comunidade e a melhor avaliação, em 2019 (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b).

Na avaliação das aprendizagens dos alunos relativamente às atividades realizadas à distância, durante o confinamento devido à Covid-19, foi utilizada a seguinte categorização: "Não resolve", "Resolve incorretamente", "Resolve com falhas graves", "Resolve com falhas ligeiras" e "Resolve corretamente". Os resultados mostraram que nas atividades com grau de dificuldade mais baixo (1 em 3), todos os alunos obtiveram soluções corretas ou soluções com pequenas falhas. Um exemplo de uma atividade com grau de dificuldade 1 em 3 é a programação do micro:bit para que possa ser utilizado como um cronómetro. Para atividades com grau mais

elevado (3 em 3) como, por exemplo, criar um programa que detete a aproximação da mão à cabeça, como forma de prevenção da propagação da Covid-19, quatro alunos em 25 apresentaram resoluções com falhas graves ou incorretas. Com os quatro alunos que não conseguiram atingir a totalidade dos objetivos estabelecidos inicialmente realizaram-se videoconferências de apoio individualizado. Deste modo, garantiu-se que a totalidade dos alunos atingiu os objetivos propostos e que estavam preparados para fazer a apresentação do produto final à turma. Nestas atividades utilizou-se a mesma metodologia de ensino/aprendizagem do CEEC, adaptada às ferramentas do ensino à distância.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Neste trabalho é feita uma revisão de algumas atividades mais impactantes realizadas no CEEC, desde o início da sua implementação até à criação do CRALM. O CEEC é um clube com uma metodologia própria que se tem revelado eficaz na captação constante de alunos e na divulgação das dimensões CTEM. Os resultados obtidos pelos alunos que frequentam regularmente o CEEC sugerem que a metodologia utilizada contribui para a melhoria do rendimento escolar no ensino presencial. Para as atividades realizadas à distância e indicadas neste trabalho a metodologia também apresenta resultados positivos. A realização de atividades abertas à comunidade tem sido muito bem aceite pelos intervenientes e tem tido destaque nos media locais e nacionais.

A existência de um Centro de Recursos permite e incentiva a realização de atividades CTEM por outros professores e ajuda a levar essas atividades para escolas remotas e para um público mais alargado.

Os resultados deste trabalho têm implicações pelo menos a dois níveis. Em primeiro lugar, evidenciam a necessidade de dar menos peso aos testes e mais ênfase a atividades que aproximem a escola e a ciência da comunidade. Em segundo lugar, apontam para a necessidade da diminuição dos conteúdos das disciplinas, de modo a que metodologias ativas semelhantes à descrita possam ser utilizadas no ensino formal.

REFERÊNCIAS

- Crippen, K. J., & Antonenko, P. D. (2018). Designing for collaborative problem solving in STEM cyberlearning. In J. D. Yehudit, Z. R. Mevarech, & D. R. Baker (Eds.), *Cognition, metacognition, and culture in STEM education, innovation in science education and technology* (pp. 89-116). Weston, MA: Springer.
- Gago, J.M., Ziman, J., Caro, P., Constantinou, C., Davies, G., Parchmann, I., Rannikmae, M., & Sjøberg, S. (2005). *Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology*. European Communities.
https://www.researchgate.net/publication/259705752_Europe_Needs_More_Scientists_Report_by_the_High_Level_Group_on_Increasing_Human_Resources_for_Science_and_Technology
- IGEC (2019). Gestão do Currículo: *Ensino Experimental das Ciências* (Relatório do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins). Inspeção-Geral da Educação e Ciência. https://www.igec.mec.pt/upload/PUBLICACOES/GC-EEC/VILA%20REAL/VILA_REAL_Chaves_GCEEC_AE_Dr_Antonio_Granjo_2018_2019_R.pdf
- Moore, T. J., Tank, C. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318.

- Rahm, J., & Moore, J. (2015). A case study of long-term engagement and identity-inpractice: Insights into the STEM pathways of four under represented youths. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 768-801.
- Rennie, L. J. (2015). Making science beyond the classroom accessible to students. In D. Corrigan, C. Bunting, J. Dillon, A. Jones, & R. Gunstone (Eds.), *The future in learning science: what's in it for the learner?* (pp.151-173). Dordrecht: Springer International Publishing.
- Soares, A. A., Teixeira, J. J., & Caramelo, L. (2015). Combustão livre do hidrogénio. In M. Gomes, G. Figueira, C. Portela, P. Abreu & T. Peña (Eds.), *Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 153-155). IST Press.
- Teixeira, J. J. (2020, May 21). A pandemia do digital na educação. <https://observador.pt/opiniao/a-pandemia-do-digital-na-educacao/>
- 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. (2015a). 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.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 183-184). IST Press.
- Teixeira, J. J., & Soares, A. A. (2015b). Combustão da vela dentro de um copo invertido sobre uma tina com água: uma atividade simples com explicação complexa. In M. Gomes, G. Figueira, C. Portela, P. Abreu, & T. Peña (Eds.), *Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 185-187). IST Press.
- Teixeira, J. J., Soares, A. A., & Caramelo, L. (2013). Efeito ondulatório no movimento de um conjunto de pêndulos. In J. Gil, A. Ferreira, C. Portela, P. Abreu, & T. Peña (Eds.), *Livro de Atas da 18.ª Conferência Nacional de Física e 22.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 90-93). Sociedade Portuguesa de Física.
- Teixeira, J. J., Soares, A. A., & Caramelo, L. (2015). Clube do ensino experimental das ciências no agrupamento de escolas Fernão de Magalhães. *Interações*, 11(39), 552-563. <https://doi.org/10.25755/int.8758>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2016a). Utilização de instrumentos antigos no processo ensino/aprendizagem da Física. *Sensos-e*, III(2). <http://sensos-e.esse.ipp.pt/?p=13003>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2016b). Combustão da vela: Atividades realizadas na educação pré-escolar e no 1.º ciclo do ensino básico. In J. A. Moreira, B. G. Almeida, & M. J. Marques (Eds.), *Livro de Atas da 20.ª Conferência Nacional de Física e 26.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 181-186). Universidade do Minho. https://eventos.spf.pt/FISICA2016/pt/Livro_resumos
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2018). Uma proposta metodológica para os alunos gostarem de aprender ciência e tecnologia. In J. B. Lopes, J. P. Cravino, & C. Costa (Eds.), *Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia (VPCT2018)* (pp. 21-30). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. <http://vpct2018.utad.pt/>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2019a). Proposal of a methodology for an active learning in sciences. *Millenium*, 2(10), 55-60. <https://doi.org/10.29352/mill0210.05.00254>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2019b). Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis. In C. Vasconcelos, R. A. Ferreira, C. Calheiros, A. Cardoso, B. Mota, & T. Ribeiro (Eds.), *Livro de Atas: XVIII ENEC | III ISSE* (pp. 469-477). U. Porto Edições. <https://enec2019.fc.up.pt/publicacoes>
- Vera F., Rivera R., & Núñez C. (2011). Burning a Candle in a Vessel, a Simple Experiment with a Long History. *Science & Education*, 20(9), 881-893.

ECO-SUSTAINABLE KIDS

MIÚDOS ECO-SUSTENTÁVEIS

NIÑOS ECO-SOSTENIBLES

Maria Manuel Silva Azevedo

Agrupamento de Escolas D. Maria II, V.N. Famalicão, Portugal
maria.manuel.azevedo2011@gmail.com

ABSTRACT | Promoting Environmental Education stimulates a pleased learning of science subjects. The present study is based on the outcomes of an educational project implemented with Portuguese children from 3 to 5 years old. It included 9 activities, exploring some concepts related to Environmental Education. The effectiveness of this project was assessed via children's interactions, quality of interactions and the resulting products. This project increased children's knowledge about environmental education, stimulated creativity, and promoted practical and field work as well as the link between solidarity and environment. Children's considered that the project provided exciting and valuable experiences, and helped them to improve their understanding and interest on the subject. Concluding, this study highlights the importance of raising children's awareness to Environmental Sciences.

KEYWORDS: Environmental Education, Autochthone forest, Fire prevention, 3Rs policy, Practical and outdoor work.

RESUMO | Promover a educação Ambiental constitui uma via para estimular as crianças a aprenderem a Ciência com prazer. Este estudo baseia-se nos resultados de um Projeto Educativo implementado com crianças portuguesas com idades compreendidas entre os 3 e 5 anos. Este projeto consistiu na implementação de diversas atividades, explorando conceitos relacionados com a Educação Ambiental. A eficácia do projeto foi avaliada através da interação das crianças e produtos resultantes. Esse projeto promoveu a melhoria do conhecimento no que respeita a educação ambiental, promoveu o trabalho prático/campo, estimulou a criatividade e promoveu a ligação entre Solidariedade e Meio Ambiente. As crianças consideraram esta experiência emocionante e valiosa e acreditam que este projeto ajudou a melhorar sua compreensão e interesse por esses assuntos. Concluindo, este estudo destaca a importância de conscientizar as crianças sobre a importância da Educação Ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental, Floresta autóctone, Prevenção de incêndios, Política dos 3Rs, Trabalho prático e de campo.

RESUMEN Promover la educación ambiental es una forma de estimular a los niños a aprender ciencias con placer. Este estudio se basa en los resultados de un Proyecto Educativo implementado con niños portugueses entre las edades de 3 y 5 años. Este proyecto consistió en la implementación de varias actividades, explorando algunos conceptos relacionados con la Educación Ambiental. La efectividad de este proyecto se evaluó a través de la participación de los niños en términos de interacción y los productos resultantes. Este proyecto aumentó el conocimiento de los niños sobre educación ambiental, promovió el trabajo práctico/ de campo, estimuló la creatividad y promovió el vínculo entre Solidaridad y Medio Ambiente. Los niños consideraron sus experiencias como emocionantes y valiosas y creyeron que este proyecto ayudó a mejorar su comprensión e interés en estas materias. Concluendo, este estudio destaca la importancia de sensibilizar a los niños sobre la educación ambiental.

PALABRAS CLAVE: Educación ambiental, Bosque autóctono, Prevención de fuego, Política de los 3Rs, Trabajo práctico y de campo.

1. INTRODUCTION

Nature and environmental education play critical roles in early childhood education. This is due to the increased preschool and transitional kindergarten worldwide, and to the awareness for subjects concerning planetary sustainability (Meier et al., 2017). Environmental education within Schools is common and fundamental for intellectual growth; however, its implementation at kindergarten level in Portugal is still at its first steps (Ferreira et al., 2015, Ferreira et al, 2016).

One of kindergartens' educational aims is the familiarization with environmental issues and the promotion of interest about nature and its preservation (Maleki 2003 & Maleki 2007). Several authors advocate that modelling of attitude/values of preserving and protecting environment begins at an early age (Basile, 2000; Bier, 2001; Aini & Laily, 2010). Another study revealed that, early experiences with science/nature incite children's future interest in the sciences (Maltese & Tai, 2010). Consequently, kindergartens are the ideal place to teach environmental education since children spend a lot of time during a day in these places and their age correspond to the ideal time to explore these contents (Hosseini, et al., 2011). At this stage, informal methodologies are advised to teach environmental issues, with a focus on participation, communication, problem-solving and critical thinking (Sobel, 2008, Davis, 2010; Pramling-Samuelsson, 2011). The Foundation for Environmental Education (Romania) runs an Educational Program in kindergartens applying these methodologies with positive results. It was observed an increase in these students' knowledge/awareness about the key role of forests in sustaining life (UNESCO Green Cities, 2019)

In order to develop children's knowledge/awareness about environmental issues, a project entitled "Eco-Sustainable Kids" was designed and implemented in a Portuguese Kindergarten.

The objectives of this educational project are: (a) promote environmental awareness; (b) encourage creativity; (c) increase children's scientific curiosity and develop critical thinking and attitudes; (d) promote solidarity; (e) instigate collective actions through the involvement of the School Community.

The activities carried out in this project include, mini-lectures, workshops, experimental and field work. The assessment of the activities was performed in qualitative terms and mainly focussed on the processes, rather than in the products.

2. FUNDAMENTATION AND CONTEXT

The United Nations Organization defined "17 Sustainable Development Goals", to be accomplished until 2030, to eradicate poverty, promote prosperity and well-being, protect the environment and combat the climate change. The present project is in line with the objectives 4 and 12 - "Quality in Education" and "Sustainable Production and Consumption" (Rieckmann, Mindt, & Gardiner, 2017).

Environmental education within the schools can be fundamental for intellectual growth. By presenting social alternatives and exposing their pros & cons, environmental education ultimately enhances awareness to environmental problems, promoting a change in students' attitudes (Steg & Vlek, 2009), and this should start very early (Drewa & Zorena, 2017).

The present project made the connection between science and children's daily life and reflected on a new model of scientific, innovative, creative and entrepreneurial culture. The

increase waste production and the decrease of natural resources was one of the topics addressed. According to some research the exhaustion of natural resources, and the increasing waste production, has been linked to unsustainable human attitudes and behaviors (Oke,2015; Stern, 2000). In this context, it is urgent to raise awareness and work with children about these problematics. In this project children were asked to plant autochthonous species from the Portuguese forest in the kindergarten garden to raise their awareness of the importance to protect living beings. Literature revision showed that educational gardens can be themed towards different subjects, including awareness to the loss of biodiversity, the proliferation of invasive plant species and of the interdependence of people and plants (Vergou, 2010). Planting trees within the school area in collaboration with experts may have a significant impact on student understanding of the role of plants in nature, building positive attitudes towards plants (Fančovičová & Prokop, 2011).

This project was in line with the Portuguese “Curricular Guidelines for Preschool Education” (Silva, Marques, Mata & Rosa, 2016). At this level the educator is the builder, the manager of the curriculum. This should be built with a pedagogical team, giving voice to the children, their families and the educational community and in line with requests from other educational levels. This educational activity must be based on the educator's reflection, on the purposes and meanings of his/her practices, and on the ways in which he/she organizes the action and adapts it to the needs of the kids.

In a social interaction context, the children are recognized for its ability to build his development and learning. Children are the subject and agent of the educational process. The integrated and globalizing approach of the pre-school curriculum highlights the importance of the different content areas that have been developed in this project, including Personal and Social Education Area, Expression and Communication Area and Knowledge about the World Area. The Personal and Social Training Area is considered a transversal area because it focuses on the attitude development, dispositions and values. The Expression Area and Communication, encompasses the different forms of language indispensable for children to interact with others, to make sense and to represent the world that surrounds them. This area includes mastery of: 1. Oral language and approach to writing, 2. Mathematics, 3. Physical education, 4. Artistic education, contemplating the visual arts, dramatic play, music and dance. The understanding of the World Area is considered to be an integrating area of different knowledges, in which children are solicited to adopt questioning attitudes and organize the search for knowledge in accordance with the scientific method, thus promoting a better understanding of the physical, social and technological world (Silva, Marques, Mata & Rosa, 2016). In this project, we highlight how relevant these areas are, and we applied activities that allow to develop those areas of the curriculum. In this work were emphasized aspects related to cognitive, affective and psychomotor domains.

3. DESCRIPTION OF THE EDUCATIONAL PRACTICE AND CONTEXT

The school plays a fundamental role in the children's continuous development, on a personal and social level. An improvement in pedagogical practice is therefore required to guarantee a qualified education for all, capable of providing a solid basis for future learning and, at the same time, to develop the skills considered fundamental to active and democratic

participation in society. In this perspective, teaching should be seen as a process and not as a product.

The Educational Project of the School Cluster where this project was implemented was aligned with this work. The School Cluster assumes as priority objectives of its action: 1. To promote school success through intervention strategies favorable to an improvement of the teaching-learning process. 2. Make the School a quality, welcoming and well-being training time and space. 3. Encourage the participation of stakeholders in the educational process / relationship with the community.

This project was designed and implemented by the author of this manuscript. However, it was implemented with the collaboration of 2 kindergarten teachers, teachers of Arts, Moral, Dance, Physicochemical, researchers from the University of Minho, a specialist in Science Communication, a Firemen Commander, parents of children and City Council.

3.1 Participants

The activities of this study were developed between December 2017 and June 2018. This research involved a kindergarten. The participants' (n=40) age varies between 3 and 5 years old. The study was approved by the School Board, after hearing the Pedagogical Council since an Ethics Committee does not exist at this School Cluster. Informed consent to participate in the project was obtained verbally from the children's tutors on behalf of the children enrolled in this project. This consent was obtained during a regular meeting, in which the kindergarten teacher explained the aims of the project and requested authorization. Written informed consent was obtained from the children's guardians for the pictures shown in this manuscript. This is a collaborative project between kids, teachers, parents and School Community.

3.2 Activities Implemented

Activity 0: Kick off- Logo Creation

The objective of this activity was to create a logo and a flag for the project. In this phase, we aimed to draw children's attention to the importance of creating a brand as a strategy to promote a product or activity. We gave several examples of brands that the children identified, such as chocolate, ice cream and cereal brands. This activity continued with a mini-lecture about the logo creation story. To motivate the children, a review of the logos success stories such as those related to the automotive industry was made. Afterwards children, with help and guidance, started to create the project logo in the school garden. This activity consisted in the execution of a mural painting in the school garden with all the children proposals. The best representation related to environmental education was selected and became the project logo. The criteria of the logo execution were provided to the children (size, colors, proportions, shapes, division in space and themes) and clues were given on aspects of nature / environment to inspire children. Their artistic productions allowed them to develop competences related to environmental awareness and creativity (Fig 1A).



Figure 1A. Execution of a great mural in the school garden



Figure 2A. Construction of the flag.

Subsequently children were asked to create a flag with recyclable materials (Fig 2A). Figures 2B and 2C illustrated the ultimate logo and flag.



Figure 2B. Final Logo



Figure 2C. Final Flag

Activity 1: Recyclable campaign/Cleaning brigade

Beforehand, children were made aware of the fact that many products they use every day will have future uses if these are recycled. With help, they identified some of these substances as scraps of paper, cans, cardboard, scraps of fabric, etc. After this approach, the recyclable campaign was created. Aspects related to the storage of these materials were also explored and, with the help of the children, a location at the school was selected for this purpose. Different paper boxes were identified with different colors to store the different products.

This activity was conducted with the help of the children's guardians. Plastic containers, tin cans, glass, stoppers, cork stoppers, cardboard fabrics, trunks, colored paper, magazines and textile waste were collected. Some of these materials were collected by the kids cleaning brigade in a forest near the kindergarten. In this phase, besides the importance of the involvement of kids and guardians, it was pointed out the importance of recycling materials and of reuse to reduce environmental impacts and increase sustainability. These materials were used in later stages of the project (Figs 3A, 3B).



Figure 3A Cleaning brigade working in the forest



Figure 3B. Recyclable campaign: Ecopoints construction

Activity 2: Lecture” What to do to protect the forest and prevent fires” /Practical work

The objectives of this activity were: (a) characterize some functions of trees, (b) identify the differences between deciduous leaf and persistent leaf, (c) know trees’ products, (d) Identify trees from the Portuguese forests, (e) understand measures for tree conservation and forest protection against fires. This phase was developed by a Biologist and expert in Science Communication (Fig 4A). The interaction with the scientific community, even premature in this age is very important to open children horizons and motivate the childhood educators. The theoretical part was conducted by the Biology expert who questioned children about concepts related to trees, their constitution, shape, functions and protection. This expert gave drawings with incomplete trees to the children and asked them to complete those with roots, leaves, fruits and nests, among others. This part was free, allowing stimulating children's creativity (Fig 4B).



Figure 4A. Lecture” What to do to protect the forest and prevent fires”



Figure 4B. Practical work: Trees design

Activity 3: Visit to the Headquarters/Firemen's Museum

This activity was developed in the headquarters and was conducted by the Fire Commander. Initially, the Commander showed a video about the Fire Department, showing different firefighter’s functions, namely: combat fire and other natural disasters, wounded transport and other ludic activities. The Commander also spoke about Forest Fires stressing the main causes and care for their protection. In the second part of this activity the Commander showed the vehicles used in firefighting, the specific clothes used by firefighters such as suits, gloves, helmets and vehicles used to transport injured persons. Children were also informed about the numbers, 112 and 117, in order to contact firefighters. To finalize children visited the Firemen's Museum (Figs 5A and 5B).



Figure 5A. Visit to the Headquarters of V.N. Famalicão



Figure 5B. Visit to Firemen's Museum

When children arrived to the kindergarten constructed objects using recyclable and natural materials alluding to this visit (fig 5C).



Figure 5C. Object creation using recyclable material alluding to the firemen's visit

Activity 4: Recycling workshop/Listening Science

This activity was invigorated by a group of researchers from Minho University, located at Braga, Portugal. It initiated with a small interactive lecture adapted to children's age. The objective of this activity was to explore some contents such as 3Rs policy: To Reduce, To Reuse and To Recycle. Several examples of recyclable materials were presented. Afterwards, 3 sheets were distributed to the children with the Rs drawn. Children decorated the Rs distributed with recyclable materials, namely colored paper pieces, small pieces of straw, scraps of fabric, buttons, paper, caps, newspaper clippings, traces of fabric and plastic (Fig 6). In this activity, creativity was also explored.



Figure 6. Recycling workshop promoted by the Scientific Team from the University of Minho

With these materials and glue children covered the 1st R, whereas the 2nd R was covered with paper of different colors and the 3rd R covered with little pieces of plastic. Concluding, this research team made a final synthesis on the importance of the 3Rs' policy for the Earth sustainability, ending with a slide that represented a humanity cuddle to planet Earth that was much applauded by the kids.

Activity 5: Garden improvement

The objective of this activity was to plant autochthonous species from the Portuguese forest in the kindergarten garden to enhance respect, protection and conservation of our autochthonous forest. This activity was made in collaboration with experts. Some species were selected such as: *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus lusitanica ssp* and *Arbutus unedo*. The soil was previously prepared and children with teacher guidance planted the previously mentioned species (Fig 7). Wooden plaques with the scientific names were placed next to each plant. The children showed clear pleasure during this activity.



Figure 7. Kids and Garden improvement

Activity 6: Lecture “Importance of the forest and solidarity in face of fires

In this activity, we selected a book about environmental veneration entitled “The Generous Tree”, by Shel Silverstein. We read the history to the children, and after, we discussed about book messages, such as tree protection and environmental solidarity. Another book was chosen “The Lizard History” and the different personage’s messages were discussed, including the importance of solidarity between living beings. We extrapolated these messages to human beings (Fig 8A and 8B). Later children made drawings to illustrate “The Generous Tree” history (Fig. 8B). A careful analysis of these drawings showed that the children understood the notion of solidarity well. The drawings illustrate examples of human and environmental solidarity.

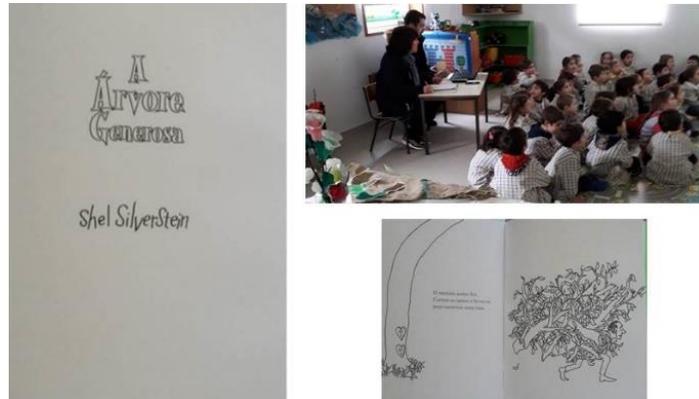


Figure 8A. Mini-Lecture: "Natural and Social importance of the forest and solidarity in the face of fires"



Figure 8B. Mini-Lecture: "Natural and Social importance of the forest and solidarity in the face of fires"

Activity 7: clothes' design alluding to the forest

In this activity, children with parents and teachers were asked to make pieces of cloth allusive to forest themes (clouds, wind, snails, worms, butterflies, birds and wolves) with recyclable materials in order to perform a choreography (Fig.9).



Figure 9. Clothes design alluding to the forest

Activity 8: Public presentation of the project and Environmental Dance performance

This activity was realized in one Parish Council. The project Coordinator presented to the School Community the different phases of this project and after children performed a choreography created by the Dance Teacher for the music “Somewhere Over the Rainbow” of Israel Kamakawiwo'ole. This activity was open to all members of the School Community.

The Educational Community followed the project, given the effort that was made in its dissemination using several channels such as the school website, Facebook page, Educational Bulletin of the region and Regional Newspapers.

4. AVALIATION OF THE PRACTICAL IMPLEMENTATION AND MAIN RESULTS

The integrated and globalizing approach of the pre-school curriculum lead us to the different content areas developed in this project, namely: Personal and Social Training Area, the Knowledge Area of the World and Expression Area and Communication. In the next section a short summary of the activities implemented on each area is presented:

1. Personal and Social Training Area: visit to the forest and consequent observation of nature (flora and fauna), creation of the "Environmental Brigade", organization of lectures/workshop that included aspects of environmental education (reducing, reuse and recycling, forest preservation) and solidarity.

2. Knowledge about the World Area: Internet research on flora and fauna, classification of the flora found in the forest, exploration of the main constituents of trees, planting native trees, visit with firefighters, learning 3Rs' police.

3. Expression and Communication Area: Logo and flag conception and design, stories exploitation (highlighting the history of the "Generous Tree"), choreography, performance, recording different activities, painting, drawing, building Eco points, object creation with recyclable materials (fire engines, butterflies, caterpillars and owls). Finally, leaflet elaboration resulting from the participation in this project.

The activities implement fulfilled the delineated objectives:

Objective (a) Promote environmental awareness, standing out the role of the cleaning brigade and the activities 2, 3, 4, 5 and 7. When finished the activity 2 children made some comments, expressing their concerns about the forest with a focus on forest fires and the image of the firefighter emerged as being of vital importance in the actual society. They also called attention to the cleanliness of the forests and the importance of recycling, by making the following comments:

"I saw firefighters in the summer to put out fires and save people"; "Bad people make fires"; "Forests give us very good things, like air and wood"; "We are a cleaning brigade to clear forests."

In the activity 3, children became aware of many practical aspects related to the work of firefighters. They said: "The firefighters do many good things"; "I have fear of fire"; "I like very much of the firefighters because they save the forest". "Firefighters drive ambulances to save people animals and forests";

During the activity 4, 3Rs' policy, was explored through a theoretical/ practical activity appealing to natural resources' economy, children were very motivated and committed. They understand the nomenclature and the meaning of the 3Rs' policy and gave some examples of reuse and recycling materials.

In the activity 5, children lived a very enriching experience, getting to know native plants, their common and scientific names and reminding the importance of native flora. They said: "Let's bring the Portuguese forest to school"; "Let's play in our school forest", "Why can trees have 2 different names?"; "The water is very important to our forest".

Objective (b) Potential to encourage creativity, stands out the Kick-Off: Logo Creation and the activities 2 and 8.

Objective (c) Potential to increase children's scientific curiosity and develop critical thinking.

All the activities contributed to reach this objective. Children along the project adopted attitudes of questioning and argumentation.

Objective (d) Promote solidarity, the activity 6 besides consolidating the contents explored in the activities 3, 4 and 5 also explored essential aspects related to human solidarity. Children mentioned that they have already perform acts of solidarity such as: "I help the little ones in kindergarten", "I sing for the old people", "I visit relatives when they are sick" and "I participated in solidarity campaigns".

Objective (e) Instigate collective actions through the involvement of the School Community, Recyclable campaign and activities 7 and 8. These activities included parents and teacher's participation. The construction of forest-inspired clothes with recyclable/organic materials have the potential to develop creativity and initiative, and once again, to draw the attention to the reuse of materials allowing the close involvement of the parents. Parents commented this project activity and the project as a whole. They said: "Our children were very happy with our involvement in the project"; "After each activity my son came home very happy and reported everything that had happened"; "During this project I was forced by my daughter to separate the domestic waste"; "The construction of the clothes with natural materials was very interesting". The activity 8 oriented by physical education teachers worked the psycho-motor skills, and imagination that are crucial aspects in children of this age group. The parents were also involved in this activity.

The observations made throughout this project suggest that these activities have the potential to motivate students. Besides the evidence collected to support the achievement of the educational goals previously described, this project may also have contributed to develop children' creativity (explored in activities 0, 2, 4, 6 and 8), critical thinking and curiosity (all the activities). In fact, along all the project, children adopted attitudes of questioning and argumentation. The assessment is only qualitative and mainly focussed on the processes, rather than in the products. Nevertheless, in future works it is necessary to evaluate these learnings gains quantitatively.

The objectives outlined in this project were fulfilled and even exceeded. The enthusiasm showed by the Eco-Sustainable children was constant and contagious. The project allowed children a) to become actively involved in making this whole process more dynamic, b) found pleasure in knowledge, c) awake to the practical meaning of Science, d) work values of solidarity, creativity and imagination, and e) develop psycho-motor aspects.

Eco-sustainable children developed skills linked to environmental knowledge, awareness, reasoning and citizenship. It was observed that children were always very proactive.

Throughout the project hands-on work, fieldwork, psychomotor activity, knowledge, awareness, creativity and imagination, discussion, critical thinking, dialogue were encouraged. Cognitive, affective and psycho-motor aspects were strengthened. The Educational Community followed the project given the effort that was made in its dissemination and observed with great satisfaction the choreography.

5. CONCLUSION AND IMPLICATIONS

With the engagement of children in this project they have developed cognitive, affective skills. In addition, children become more aware of the importance of environmental issues. The project also promoted the interaction and experiences exchange between several educational partners, involving teachers from different educational levels, with different know-how and professional skills, researchers and parents, being deeply enriching and rewarding. Parent's engagement in school is central to parent-teacher communication and the school climate was more welcoming (Rattenborg et al., 2019).

Through the activities developed in this project children become aware of environmental and economic issues related to the forest. It was emphasized the role of native flora in fire prevention and environmentally friendly practices in order to prevent this catastrophic problem. The issue of recycling was explored whenever appropriated. Values related to sharing and solidarity were also explored, which will certainly be reflected in the future in terms of active citizenship of the Eco-Sustainable kids and the entire Educational Community. Environmental education and active citizenship are a priority and can have implications for the success of biodiversity conservation and human well-being as well as colossal economic impacts on the societies at medium long term.

Due to the wide acceptance and involvement of various actors in this project, we believe that children need to have more opportunities like this, so it is recommended to repeat such interventions in kindergartens.

Nevertheless, this work presents some limitations such as the fact that this intervention was carried out with a small group of children in a particular context.

REFERENCES

- Aini, M.S., Laily, P. (2010). Preparedness of Malaysian Preschool Educators for Environmental Education. *Pertanika Journal of Social Sciences & Humanities*, 18(2), 271-283.
- Basile, C.G. (2000). Environmental education as a catalyst for transfer of learning in young children. *Journal of Environmental Education*, 32(1), 21-28. <https://doi.org/10.1080/00958960009598668>
- Bier, Hoff H.W. (2001). Responsibility and Altruism: The Role of Volunteerism. In A.E. Auhagn & HW Bier Hoff (Eds.), *Responsibility, the Many Faces of a Phenomenon* (pp. 149-166). London: Rout ledge.
- Davis, J. (2010) *Young Children and the Environment Early Education for Sustainability*. New York, US: Cambridge University Press.
- Drewa, A., Zorena, K. (2017). *Prevention of overweight and obesity in children and adolescents in European countries*, 23(3), 152-158. <https://doi.org/10.18544/PEDM-23.03.0087>
- Fančovičová, J., Prokop, P. (2011). Plants have a chance: outdoor educational programs alter students' knowledge and attitudes towards plants. *Environmental Education Research*, 17(4), 537-551. <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.545874>
- Ferreira, M.E., Caires, A.C., Pitarma, R. (2015). Health and sustainable behavior: a pedagogical and didactic experiment in preschool teaching. *International Journal Knowledge and Learning*, 10 (3), 238-257. <https://doi.org/10.1504/IJKL.2015.073462>
- Ferreira, M.E., Cruza, C., Pitarma, R. (2016). Teaching Ecology to Children of Preschool Education to Instill Environmentally Friendly Behaviour. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11, (12), 5619-5632.
- Fonseca, M. J., Santos, C.L., Costa, P., Lencastre, L., Tavares, F. (2012). Increasing awareness about antibiotic use and resistance: a hands-on project for high school students. *PLoS One*, 7 (9), p e44699. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044699>
- Hossein, M., Hasan, K., Sayyid, M.R.K. (2011). Enhancing children's environmental awareness in kindergarten of Mashhad city using mural painting. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 1020-1028. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.187>
- Malekith, H (2003). *Principals and bases of education*. Nikan book.
- Malekith, H (2007). *Teaching in kindergarten*. Aeej publication.

- Maltese, A.V., Tai, R.H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32 (5), 669–685. <https://doi.org/10.1080/09500690902792385>
- Meier, D., Sisk-Hilton, S. (2017). Nature and Environmental Education in Early Childhood. *The New Educator*, 13 (3), 191-194. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2017.1354646>
- Oke, A. (2015). Workplace waste recycling behaviour: A meta-analytical review. *Sustainability*, 7(6), 7175-7194. <https://doi.org/10.3390/su7067175>
- Silva, I. L., Marques, L., Mata, L., Rosa, M. (2016) *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Lisboa: Ministério da Educação
- Pramling-Samuelsson, I., Sheridan, S. (2011). Delaktighet som värdering och pedagogik. Participation as a value and a pedagogical issue. *Pedagogisk forskning Sverige*, 8(1–2), 70-84.
- Rattenborg, K., MacPhee, D., Kleisner, Walke Ar., Miller-Heyl, J. (2019). Pathways to Parental Engagement: Contributions of Parents, Teachers, and Schools in Cultural Context. *Journal Early Education and Development*, 30 (3), 315-336. <https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1526577>
- Rieckmann, M., Mindt, L., Gardiner, S. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. Paris, France: UNESCO.
- Sobel D. (2008). *Children and Nature: Design principles for educators*. Portland ME: Stenhouse Publishers.
- Steg, L., Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal Environmental Psychology*, 29 (3), 309-317. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004>
- Stern, P. (2000). New environmental theories: toward a coherent theory of environmentally significant behavior *Journal of social issues*, 56 (3), 407-424. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00175>
- UNESCO Green Cities (2019) *Educational activities to involve children in the protection of the environment*. Retrieved from <https://en.unesco.org/greencitizens/stories/educational-activities-involve-children-protection-environment>. Accessed 10.12.2020.
- Vergou, A. (2010). *An exploration of botanic garden-school collaborations and student environmental learning experiences*. PhD Thesis. The University of Bath, United Kingdom.

ÁRVORES MONUMENTAIS & SENIORES: UM PROJETO DE CIÊNCIA CIDADÃ

MONUMENTAL & SENIOR TREES: A CITIZEN SCIENCE PROJECT

ÁRBOLES MONUMENTALES Y MAYORES: UN PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA

Raquel Lopes¹, Catarina Schreck Reis², Amadeu M.V.M. Soares³ & Paulo Renato Trincão⁴

¹Departamento de Biologia e Departamento de Educação e Psicologia (Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, CIDTFF), Universidade de Aveiro, Portugal

²Direção do Exploratório, Centro de Ciência Viva de Coimbra; Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, Portugal

³Departamento de Biologia & Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Universidade de Aveiro, Portugal

⁴Direção do Exploratório, Centro de Ciência Viva de Coimbra; CGeo - Centro de Geociências, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Portugal
raquelopes@ua.pt

RESUMO | Pretendeu-se contrariar o fenómeno do *plant blindness*, pelo envolvimento de 59 seniores, num projeto de ciência cidadã, em contexto de educação não formal, com o objetivo de despertar o gosto, conhecimento e comportamento face às árvores monumentais de Coimbra, Centro de Portugal. Foram desenvolvidas atividades de exploração botânica para motivar e envolver os cientistas cidadãos, contribuindo para um envelhecimento ativo. Pela sua experiência, conhecimento e disponibilidade de tempo, sob orientação dos investigadores, os seniores contribuíram para a promoção do valor natural local através da identificação autónoma de 22 árvores monumentais, o que permitiu definir um roteiro botânico e propor a classificação de quatro exemplares como Arvoredo de Interesse Público.

PALAVRAS-CHAVE: *Plant blindness*, Envelhecimento ativo, Interação dos cidadãos com as plantas, Comunicação de ciência.

ABSTRACT | It was intended to counteract the plant blindness phenomenon, by involving 59 seniors, in a science citizen project, in the context of non-formal education, with the aim of awakening their appreciation, knowledge and behavior towards the monumental trees of Coimbra, Central Region of Portugal. Botanical activities were developed to motivate and involve citizen scientists promoting and contributing to an active ageing. Due to their experience, knowledge and availability of time, under the guidance of the researchers, the seniors contributed to the promotion of the local natural value, through the autonomous identification of 22 monumental trees, which allowed the definition of botanical tour, and the submission of four specimens for classification as Public Interest Trees.

KEYWORDS: Plant blindness, Active ageing, Citizen interaction with plants, Science communication.

RESUMEN | Se pretendió contrarrestar el fenómeno de la ceguera vegetal, involucrando a 59 personas mayores, en un Proyecto de ciencia ciudadana, en el contexto de la educación no formal, con el objetivo de despertar su gusto, conocimiento y el comportamiento hacia los árboles monumentales de Coimbra, Centro de Portugal. Las actividades de exploración botánica se desarrollaron para motivar e involucrar a los científicos ciudadanos, contribuyendo al envejecimiento activo. Debido a su experiencia, conocimiento y disponibilidad de tiempo, bajo la guía de los investigadores, los adultos mayores contribuyeron a la promoción del valor natural local, con la identificación autónoma de 22 árboles monumentales que permiten definir una ruta botánica, donde se propusieron cuatro árboles para la clasificación de árboles de interés público.

PALABRAS CLAVE: Ceguera vegetal, Envejecimiento activo, Interacción ciudadana con plantas, Comunicación científica.

1. INTRODUÇÃO

Refletindo sobre os diversos estudos que evidenciam o crescente declínio do conhecimento e interesse em botânica pelo público em geral (Randler, et al., 2012) e o fenómeno do *plant blindness* (“cegueira botânica”), caracterizado pela dificuldade em identificar as plantas no seu próprio ambiente e reconhecer a importância que assumem na vida diária, descrito por Wandersee & Schussler (2001), foi desenvolvido um estudo experimental alargado para avaliar o impacto de projetos de comunicação de ciência no aumento da consciência de diversos tipos de público sobre as árvores monumentais. Neste âmbito, um dos projetos desenvolvidos, em contexto de educação não formal, no campo da Educação em Ciências / Matemática / Tecnologia visou promover as árvores monumentais de Coimbra e, simultaneamente, a inovação, a transformação social e a criação de conhecimento local, através da realização de um programa de educação de adultos, por voluntários seniores. Este projeto, visou o desenvolvimento de um inventário de árvores com características monumentais, atendendo aos pressupostos da ciência cidadã. O projeto teve como objetivos: i) prevenir e combater o *plant blindness*; ii) motivar e envolver cientistas cidadãos numa experiência de consciencialização científica sobre árvores monumentais; iii) favorecer o envelhecimento ativo e a melhoria da qualidade de vida dos seniores; iv) inventariar árvores com características monumentais em conjunto com os seniores; v) contribuir para o reconhecimento social das árvores monumentais com a formulação de propostas de classificação de Arvoredo de Interesse Público, junto do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). A escolha de seniores como público-alvo foi intencional, tendo por base a valorização do seu conhecimento local face aos objetivos do projeto de ciência cidadã, possibilitando a obtenção de dados cientificamente válidos, atendendo à intervenção de investigadores especializados ou outros peritos.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

2.1 Árvores Monumentais & Ciência Cidadã

2.1.1 Árvores Monumentais

As árvores monumentais destacam-se das demais árvores da sua espécie pelas suas características excecionais, como o porte, o desenho, a idade, ou a raridade, ou pelo significativo valor natural, histórico, cultural ou paisagístico. Atendendo a essas características podem, no território de Portugal continental, auferir de proteção legal (Lei n.º 53/2012, de 5 de setembro, regulamentada pela Portaria n.º 124/2014, de 24 de junho) e, como tal, serem classificadas de Arvoredo de Interesse Público (AIP). Cabe ICNF a gestão do Registo Nacional do Arvoredo de Interesse Público (RNAIP).

Atendendo às suas características estas árvores são as que mais contribuem para a mitigação das alterações climáticas, pois quanto mais antiga for uma árvore mais dióxido de carbono (CO₂) captura para continuar a crescer (Stephenson, et al., 2014). Também constituem *hotspots* de biodiversidade e na paisagem funcionam como corredores ecológicos para a vida selvagem (Lindenmayer, et al., 2013). Representam, ainda, a base económica para muitas populações, surgindo associadas a representações histórico-culturais e valores estéticos e espirituais relevantes (Lindenmayer, et al., 2013). Para além de reconhecidas implicações na promoção da saúde e do bem-estar (Tsunetsugu, et al., 2013), constituem polos de promoção

educativa e turística, uma tendência que se tem vindo a verificar em Portugal, nos últimos anos (Lopes, et al., 2016). Contudo, estima-se que na Europa tenham desaparecido 80% das árvores monumentais nos últimos 100 anos (Moya, 2015), devido por exemplo, a mudanças nas práticas de gestão, aos incêndios ou às alterações climáticas (Lindenmayer, et al., 2013). Estes fatores também afetam árvores jovens e saudáveis, comprometendo o desenvolvimento de uma nova geração de árvores monumentais. Em Portugal, cerca de metade (47%) dos municípios do território continental não apresentam processos de classificação de AIP, apesar da legislação nacional em vigor, encontrando-se este património arbóreo monumental vulnerável e à mercê de várias ameaças (Lopes, et al., 2016).

Apesar de serem parte integrante do ecossistema a atitude das pessoas perante as plantas é, grande parte das vezes, de esquecimento e minimização (Fančovičová & Prokop, 2011). No entanto, esta tendência pode ser revertida, pelo desenvolvimento de ações que promovam o gosto, interesse e conhecimento pela botânica (Fančovičová & Prokop, 2011). Neste sentido, importa atuar ao nível da compreensão pública do valor que as árvores monumentais representam, contribuindo para a sua identificação, divulgação e efetiva proteção.

2.1.2 *Ciência cidadã*

Segundo o Livro Branco sobre a Ciência Cidadã na Europa, a “ciência cidadã” (*citizen science*), consiste no “envolvimento do público não especialista em atividades de investigação científica em que os cidadãos contribuem ativamente para a ciência” (Sanz, et al., 2014: 8). O envolvimento ativo de voluntários “não-cientistas” na ciência pode traduzir-se na recolha, utilização e interpretação de dados científicos, de acordo com protocolos científicos específicos (Bonney, et al., 2014; Miller-Rushing, et al., 2012; Serrano, et al., 2014).

2.1.3 *Envelhecimento ativo: contributos para a ciência cidadã*

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2050, a população idosa ascenderá aos dois mil milhões (20% da população mundial) (ONU, 2013). Em Portugal, as projeções do Instituto Nacional de Estatística (INE) até 2060, preveem um forte envelhecimento demográfico (DGS, 2014). Este assunto tornou-se num dos principais desafios para muitas sociedades ocidentais, sendo o “envelhecimento ativo” (*active ageing*) uma resposta sociopolítica para contrariar essa tendência (WHO, 2002). Caracterizado pelo “processo de otimização das oportunidades de saúde, participação e segurança, visando melhorar a qualidade de vida à medida que as pessoas envelhecem” (WHO, 2002: 12), o envelhecimento ativo, enfatiza o bem-estar físico e mental e a participação social (Foster & Walker, 2015). Neste sentido, vários estudos têm demonstrado os benefícios para a melhoria da saúde que advêm da participação ativa dos idosos em atividades da comunidade (Lie, et al., 2009), sobretudo relacionadas com espaços verdes (Barton & Rogerson, 2017). Assim, o envolvimento de seniores em projetos de ciência cidadã poderá atender a estes pressupostos, ao favorecer simultaneamente, a educação científica ao longo da vida (Bonney, et al., 2014; Kobori, et al., 2016) e o envelhecimento ativo, pelo aumento do bem-estar (Cruz, et al., 2017), diminuição de barreiras ambientais (Eronen, et al., 2014) e fomento da coesão social (Rainer, 2014). Também, quando comparados com outros públicos, os seniores apresentam vantagens pela otimização da sua experiência, disponibilidade de tempo e de conhecimento, e ainda, pelo facto, de muitas vezes, conhecerem muito bem os locais em seu redor (Hecker, et al., 2018; Kobori, et al., 2016). São, igualmente, um público mais paciente e indicado para, num ritmo lento, monitorizar listas de espécies e realizar observações diretas (Newman, et al., 2003).

2.1.4 *Projetos de ciência cidadã e árvores*

Nas últimas décadas, a proliferação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem sido acompanhada por um avanço científico, com implicações na forma como a ciência cidadã é apresentada (Miller-Rushing, et al., 2012). Assistiu-se, assim, ao aumento do número de projetos científicos (Bonney, et al., 2014) e ao envolvimento massivo de voluntários (Rotman, et al., 2014), em plataformas internacionais de ciência cidadã (*European Citizen Science Association* (ECSA), <https://ecsa.citizen-science.net/>; *CitSci.org*, <https://www.citsci.org/>; *SciStarter*, <http://scistarter.com/>; *BioCollect*, <https://biocollect.ala.org.au/acsa>). Orientando a pesquisa para projetos relacionados com “árvores” verifica-se que estes se centram sobretudo no mapeamento de árvores urbanas (Anexo I). Contudo, nem todos os projetos de ciência cidadã se encontram alojados nestas plataformas. Alargando a procura ao motor de pesquisas *Google* e restringindo a pesquisa para árvores com características monumentais, identificam-se projetos suportados por voluntários (Anexo II).

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Na investigação, participaram 59 indivíduos (54 aos 88 anos) da Universidade Sénior de Coimbra, dos quais 40 eram do sexo feminino. A seleção de uma amostra não probabilística ou empírica (Pardal & Correia 1995) foi intencional. Trata-se de um projeto colaborativo multidisciplinar entre a Universidade de Aveiro, o Exploratório, Centro de Ciência Viva de Coimbra (ECCVC), a Apósenior, Universidade Sénior de Coimbra, o Jardim Botânico da Universidade de Coimbra (JBUC) e a Mata Nacional do Choupal (MNC). Nenhum participante esteve envolvido em programas anteriores sobre o conceito de árvores monumentais, nem recusou participar no estudo. Um dos elementos do grupo assumiu a função de mediador com a equipa de investigadores. O consentimento para a recolha e uso dos dados para fins científicos foi requerido, não tendo nenhum dos envolvidos negado essa utilização.

3.1 *Preparação e intervenção (sessões indoor e outdoor)*

A fase inicial do projeto envolveu a revisão sistemática e crítica de bibliografia sobre ciência cidadã e sobre metodologias de recolha de dados de campo e de atividades de exploração da botânica, em contexto de ar livre. Seguiu-se o desenvolvimento do programa de educação, que decorreu entre maio e julho de 2017, com a realização de 10 sessões de contexto teórico (*indoor*, 3 sessões de 90 minutos cada) e prático (*outdoor*, 5 sessões de 120 minutos cada e 2 sessões de 90 minutos cada), com um limite máximo de 15 participantes (tabela 1). Em ambas as sessões existiram momentos de interação entre os diversos atores (seniores e equipa de investigadores).

As duas sessões teóricas iniciais permitiram aferir as principais motivações, interesses e habilidades do grupo, assim como, as conceções pessoais sobre o tema. Foram explorados exemplos nacionais e internacionais de projetos de ciência cidadã, bem como explorada a temática do projeto, nomeadamente as características que as árvores monumentais apresentam, assim como as espécies urbanas (autóctones e exóticas) mais comuns, que se encontram ou não classificadas de AIP, pelo ICNF. Também se procedeu à discussão da metodologia de trabalho do programa de educação, nomeadamente da importância das sessões práticas, a realizar nalguns

dos mais emblemáticos espaços verdes da cidade de Coimbra, para dotar os participantes de conhecimentos e técnicas para, de uma forma autónoma, desenvolverem a componente do cientista cidadão, com a identificação de árvores locais com características monumentais. Neste âmbito, foram identificados os constrangimentos à preconização das atividades práticas, importantes no ajustamento do projeto previamente definido. A aferição das limitações físicas de alguns participantes permitiu redefinir os percursos botânicos inicialmente previstos pelos investigadores. Também, o conhecimento das competências no uso das TIC's e a tipologia do telemóvel pessoal foram diagnosticados. Esta questão foi fundamental para ajustar a forma como seria realizada a recolha de dados, uma vez que estava planeada a utilização de *smartphones* para a georreferenciação no aplicativo do *Google Maps* das árvores a inventariar. Contudo, como a grande maioria dos participantes não era detentor destes equipamentos a equipa de investigadores optou pela receção dos dados, em documento próprio, que permitiu, na fase final do plano de formação, desenvolver o *website* “Árvores Monumentais”.

Tabela 1 - Sequência das atividades desenvolvidas durante as sessões do projeto “Árvores Monumentais & Seniores: um projeto de Ciência Cidadã”.

Nº sessões/ Tempo por sessão (minutos)	Tema/Tipologia da sessão (Teórica, T; Prática, P)	Atividades desenvolvidas em cada sessão	Local do desenvolvimento dos percursos botânicos / atividades
1/90'	Árvores Monumentais de Portugal (T)	- Identificação e importância do Arvoredo de Interesse Público (AIP)	Exploratório, Centro de Ciência Viva - Coimbra
1/90'	Ciência cidadã (T)	- Enquadramento e exemplos de projetos de ciência cidadã - Árvores urbanas comuns*	Exploratório, Centro de Ciência Viva - Coimbra
4/120'	Roteiros Botânicos (P)	- Regras para visitar árvores monumentais - Exploração <i>outdoor</i> : elementos botânicos identificativos das diferentes espécies de árvores (ritidoma, folhas, hábito, flores); recolha de parâmetros dendrométricos; importância natural, histórica, cultural, paisagística e etnográfica - Preenchimento da ficha de registo	Mata Nacional do Choupal Sá da Bandeira - Jardim da Sereia Jardim Botânico da Universidade de Coimbra
1/90'	Roteiro botânico (T)	- Análise dos dados recolhidos	Exploratório, Centro de Ciência Viva - Coimbra
1/ 120'	Roteiro botânico (P)	- Roteiro pelas árvores inventariadas selecionadas	Saída de campo
2/ 90'	Divulgação (P)	- <i>Website</i> “Árvores Monumentais”	Exploratório, Centro de Ciência Viva - Coimbra

* Com base nas publicações: Espécies Arbóreas Indígenas em Portugal continental (<https://www.icnf.pt/api/file/doc/2ed27ed862242e3e>) e Guia Ilustrado de Vinte e Cinco Árvores de Lisboa (https://issuu.com/camara_municipal_lisboa/docs/livro25_arvores_de_lisboa).

Seguiram-se as sessões práticas (figura 1), que incluíram o desenvolvimento de percursos botânicos através de uma abordagem ativa e lúdica na exploração das árvores monumentais, nomeadamente dos elementos que permitem distinguir as diferentes espécies. Também foi alvo de exploração a importância natural, religiosa, cultural, paisagística e etnográfica que as árvores monumentais dos percursos definidos apresentam, dando-se especial enfoque ao conhecimento

prévio e crítico dos seniores. Estas sessões permitiram que os participantes, junto das árvores com características monumentais, clarificassem a recolha de dados a realizar posteriormente, no seu trabalho autónomo de identificação de árvores com características similares: que elementos botânicos identificar (*e.g.* hábito, tipo de folha, fruto, flor) e quais os dados dendrométricos e fitossanitários a recolher. Para o efeito, utilizou-se uma ficha de registo (tabela 2), cujo preenchimento foi repetido durante as sessões práticas, esclarecendo eventuais dúvidas e eliminando ou atenuando erros comuns de medição com recurso à utilização de instrumentos simples (*e.g.* lápis; fita métrica, corda). Solicitou-se que se evitasse a recolha de dados não significativos (*e.g.* árvores comuns).



Figura 1 Sessões práticas realizadas durante os Roteiros Botânicos. Autora das fotografias: Raquel Lopes.

Tabela 2 - “Ficha de Registo” usada no inventário autónomo de árvores monumentais realizado pelos participantes. Adaptado dos estudos fitossanitários utilizados na gestão de árvores urbanas (Lonsdale, 2013).

Variável/ Descrição	Categorias
Identificação	- Nome comum/científico
Localização	- Passeio, terreno privado/público, jardim, ...
Dados dendrométricos (quando possível)	- Perímetro à Altura do Peito (PAP) medido a 1.30 m - Diâmetro de Copa (DC) - Idade / altura (H) estimadas
Condição geral (estado fitossanitário, estabilidade estrutural, espaço envolvente)	- Normal, razoável, crítica / <i>dieback</i>
Desenho /Fotografia	- Hábito / estruturas botânicas

Quer as sessões teóricas quer as sessões práticas prepararam os participantes para realizarem o inventário autónomo de árvores com características monumentais, na sua área

geográfica. Foi explicada a importância da recolha do máximo de dados possível, constante na ficha de registo, bem como da necessidade do envio dessas informações aos investigadores, ainda durante o decorrer do projeto ou até ao máximo de dois meses após o seu término.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

4.1 Escolha da amostra

A escolha intencional do público-alvo revelou-se eficaz para dar sustentabilidade ao projeto, atendendo ao conhecimento local dos participantes (onde 70% contribuíram com dados) e ainda, pelo facto do curso de educação ter integrado um módulo de formação da Universidade Sénior. Esta estratégia permitiu credibilizar e suportar financeiramente o projeto de ciência cidadã. O tempo disponibilizado para a formação teórica e prática dada aos seniores (superior a 15h) revelou-se eficaz, sendo semelhante a outros estudos (*e.g.* 12h, Roman, et al., 2017; 24h, Cozad, 2005). À semelhança dos estudos de Lie et al. (2009), o projeto promoveu uma cidadania inclusiva. Contribuiu ainda para combater a discriminação deste grupo, nomeadamente as atitudes menos positivas face à idade, de acordo com as reflexões de Angus & Reeve (2006), que exploram algumas estratégias para combater os estereótipos preconceituosos face a esta faixa etária.

A participação irregular e a desistência parcial ou total, ao longo do programa de formação, levaram à perda do contacto com 18 participantes. Esta realidade foi sobretudo devida ao esquecimento do horário das sessões, ao desinteresse pelo projeto e ao estado de saúde dos participantes (*e.g.* consultas, tratamentos, limitações). Estes dados são concordantes com a tendência para a participação em atividades de voluntariado diminuir à medida que a idade avança (INE, 2013). Contudo, para garantir a continuidade da globalidade do grupo no projeto procurou-se diminuir as barreiras à participação voluntária, tal como sugerem outros estudos (Kobori, et al., 2016; Hecker, et al., 2018). Assim, durante as sessões teóricas, foi importante aferir as motivações e interesses, bem como as possíveis barreiras à participação dos seniores (*e.g.* horários, transporte, limitações físicas). Estes dados contribuíram para o desenvolvimento de um trabalho colaborativo entre os vários atores no ajustamento do projeto: adequar o tempo das sessões e redefinir alguns percursos (*e.g.* encurtados, divididos em percursos menores, repetidos), ações que correspondem a medidas anteriormente objeto de reflexão na literatura (Liljas, et al., 2017). Esta flexibilização foi relevante, atendendo à expectativa criada em torno, sobretudo, dos roteiros botânicos, nos quais alguns dos participantes se fizeram acompanhar dos seus netos. A participação global foi considerada mediana, consonante com o estudo *Active Ageing Index 2014* (UNECE, 2015) relativo aos 28 Estados-Membros da União Europeia (a população portuguesa afigura-se com igual classificação).

4.2 Roteiros botânicos e envelhecimento ativo

Nos roteiros botânicos os participantes foram orientados para observar elementos que na sua vida quotidiana não costumavam perceber (*e.g.* tipo de ritidoma, folhas; pragas e doenças; podas deformantes; características do *dieback*; fases fenológicas das estruturas reprodutivas) revelando-se esta experiência muito positiva no cumprimento dos objetivos educativos do projeto. Vários participantes reconheceram não se aperceber das mudanças significativas, pelas quais as árvores passam, não prestando grande atenção aos seus elementos botânicos, apesar de

se localizarem em locais de passagem frequente. Contudo, nos participantes do sexo feminino foi notório o seu gosto pessoal por flores. Verificou-se, ainda, que o entusiasmo do grupo aumentava à medida que era criada confiança na identificação das árvores monumentais e na recolha de dados, uma observação concordante com as reflexões de Miller-Rushing (2012) sobre o facto do entusiasmo do público ser o principal motor para o sucesso de um projeto de ciência cidadã.

As vivências e conhecimentos sobre as árvores exploradas partilhadas pelos participantes foram riquíssimos (e.g. “usava uns tamancos de videiros”; “colhia o algodão dos choupos para usar como enchimento das almofadas”; “uso as folhas de eucalipto para aliviar a respiração dos meus netos”; “gosto muito de ver magnólias nos jardins”; “colhi muita azeitona”; “apanho caruma e pinhas para o inverno”). Também as competências demonstradas, como a utilização dos instrumentos de medição para aferição dos diversos parâmetros dendrométricos, revelaram-se importantes para o sucesso do projeto. O grupo estava igualmente desperto para a importância que as árvores assumem (e.g. “dão-nos oxigénio”; “alimentam os bichos”; “dão-nos sombra”; “melhoram o ar da cidade”; “gosto de respirar este ar fresco”), bem como para a problemática associada às espécies invasoras (e.g. “praga das mimosas”; “lagarta do pinheiro”; “anda um inseto a matar as palmeiras da nossa cidade”). Este conhecimento revelou-se útil na obtenção de dados válidos para o inventário de árvores monumentais, otimizando as características diferenciadoras dos seniores com os objetivos científicos do projeto, equilibrando-se os vários interesses, como salientam Hecker et al. (2018).

Os roteiros botânicos realizados favoreceram a partilha de histórias e lembranças pessoais vividas pelos seniores, algumas das quais relacionadas com o espaço onde decorriam as ações, resultando em informações práticas sobre as temáticas exploradas (e.g. “era no Jardim [JBUC] que costumava vir estudar”; “desde miúda que esta árvore me fascina [*Ficus macrophylla*, JBUC]”; “o meu neto gosta de a abraçar [*Erythrina crista-galli*, JBUC]”; “vivi aqui muitas aventuras durante a faculdade [no JBUC]”; “este é, provavelmente, o maior plátano que conheço [MNC]”; “costumava vir colher amoras com os meus pais [MNC]”). Estas interações sociais constituíram um fator surpresa para os investigadores, atendendo ao importante acervo cultural partilhado. Estes dados confirmam os resultados da investigação de Rainer (2014), sobre o facto de o envolvimento ativo dos idosos na comunidade promover a coesão social. Esta evidência encontra-se também em consonância com as observações de Bonney et al. (2014), quando refletem sobre a importância da criação de projetos locais de cariz social e científico, como meio de alavancar fontes de conhecimento subestimado, como o conhecimento empírico, local e tradicional.

Também a escolha das caminhadas, como meio de implementar o projeto foi eficaz, atendendo a estudos prévios que consideram esta prática uma das mais populares formas de atividade física dos seniores (Päivi, et al., 2010). Esta abordagem ganha relevância quando se tem em consideração que, segundo o *Active Ageing Index 2014* (UNECE, 2015), Portugal se encontra abaixo da média europeia no que concerne à capacidade de promover um ambiente favorável ao envelhecimento ativo.

4.3 Inventário autónomo

De forma autónoma, dos 41 participantes finais (tabela 3), 29 recolheram informações sobre 32 árvores (Anexo III), na sua área de residência, com base na prática desenvolvida. Os dados foram partilhados sobretudo por correio eletrónico ou através da entrega da ficha de registo (Anexo IV). O último registo foi entregue em setembro de 2017. O participante que

assumiu a função de mediador com a equipa de investigadores teve um papel preponderante na fase de recolha de dados.

Tabela 3 - Dados globais relativos à recolha efetuada, autonomamente, pelos seniores.

	Nº participantes			Árvores observadas		
	inicial	final	com observações	Nº total	Validadas	Não validadas
Masculinos	19	12	7	9	8	1
Femininos	40	29	22	23	14	9
Total	59	41	29	32	22	10

Considera-se positiva a contribuição dada pelos participantes. Anotam-se, contudo, algumas dificuldades com as quais os participantes se depararam aquando do inventário autónomo das árvores, nomeadamente: localização inacessível e/ou em propriedade privada; esquecimento da atividade; ausência de material para o registo; envio dos dados. Também se verificaram dificuldades ao nível do preenchimento da ficha de registo, apesar deste documento ter sido simplificado e praticada a recolha de dados durante as sessões *outdoor*. Dos 32 registos recebidos foram selecionadas 22 árvores, cujos dados eram globalmente corretos e pertinentes. Assim, a informação recolhida pelos seniores revelou-se útil no processo de identificação das árvores, apesar do grau de dificuldade envolvido na tarefa, nomeadamente decorrente da diversidade de espécies arbóreas (Yang, et al., 2015). Os investigadores validaram os registos efetuados pelos participantes com erros mínimos, tal como é objeto de reflexão por Roman et al. (2017), cujo estudo verifica não existir grandes diferenças entre as medições dos voluntários e dos especialistas em árvores urbanas. Foram excluídas árvores sem características monumentais, com hábito desfigurado ou cuja localização se encontrasse afastada do centro de Coimbra. Como refletem Kumar et al. (2012) foi importante recolher informação complementar (*e.g.* registos fotográficos; detalhes botânicos) para facilitar a validação das espécies, face à dificuldade em recolher alguns dos parâmetros dendrométricos no terreno (tabela 4). Os quatro exemplares mais significativos, atendendo às suas características extraordinárias, ao facto de representarem elementos icónicos na paisagem, ou à localização junto a edifícios emblemáticos, foram propostos para classificação de Arvoredo de Interesse Público, junto do ICNF.

As árvores selecionadas, de 10 espécies diferentes (figura 2), foram georreferenciadas, permitindo definir um roteiro botânico divulgado na plataforma digital “Árvores Monumentais” (<https://spark.adobe.com/page/wVarR/>). Este *website* resultou da necessidade de ajustar o projeto inicial. Assim, o conhecimento do nível da utilização das TIC’s, aferido na sessão da apresentação foi essencial, pois apenas uma minoria dos participantes possuía *smartphones* e utilizava a *Internet*. Estas observações são concordantes com os estudos que indicam que a alfabetização digital dos seniores diminui com a idade (Šimonová, et al., 2017). Para contornar este obstáculo, para além dos investigadores terem desenvolvido o *website* “Árvores Monumentais” também a folha de registo, em suporte de papel, foi usada para a comunicação dos dados, à semelhança de outros estudos, pois permitiu o envolvimento de mais cientistas cidadãos no projeto (Mazumdar, et al., 2018). Atendendo à experiência obtida, concordamos com Wiggins et al. (2013), quando sublinham a importância de combinar abordagens complementares

de alta e baixa tecnologia como estratégia mais vantajosa na melhoria dos resultados destes projetos. Os mesmos investigadores referem que o elevado nível de utilização das TIC's, nem sempre garante uma elevada qualidade de dados e envolvimento dos cidadãos. Para além do registo no *website* "Árvores Monumentais", o projeto foi divulgado em eventos científicos, tal como recomendado por Devictor, et al. (2010), tendo permitido a divulgação do projeto de ciência cidadã e das árvores monumentais alvo de inventário. Neste âmbito, o projeto contribuiu para a criação de mudanças locais (Hecker, et al., 2018), pela apreciação e promoção das árvores monumentais, permitindo a reconexão dos seniores ao ambiente e à ciência (Devictor, et al., 2010).



Figura 2 Árvores inventariadas pelos participantes no âmbito do projeto "Árvores Monumentais & Seniores: um projeto de Ciência Cidadã": a) pinheiro-manso; b) pinheiro-manso; c) sobreiro; d) cedro; e) plátano; f) lódão-bastardo; g) plátano; h) magnólia; i) lódão-bastardo; j) araucária; k) oliveira; l) canforeira; m) figueira-estraguladora. Autora das fotografias: Raquel Lopes.

Tabela 4 - Lista de árvores monumentais identificadas pelos participantes durante a fase de identificação autónoma.

Identificação		Localização		Dados Dendrométricos			Fitossanidade	Avaliação geral	Valor*	Tipologia	Proposta para AIP
Nome comum	Espécie	Local	Tipo de terreno*	PAP (metros)	DC médio (metros)	Altura estimada (metros)					
Pinheiro-manso	<i>Pinus pinea</i>	Almalaguês	pp; v	-	-	-	Tronco em codominância	Normal	- po	I	-
		Solum	p	3,75	17,47	17			- n		
Sobreiro	<i>Quercus suber</i>	Trouxemil	p	3,23	19	12	Ramos secos	Razoável	- pa	I	-
									- i		
Cedro	<i>Cedrus atlantica</i>	Trouxemil	pp	-	-	-	-	Boa	- n	I	-
									- pa		
Lódão-bastardo	<i>Celtis australis</i>	Penedo da Saudade	j	2,5	11,4	15	Copa desequilibrada Tronco com epífitas Ramos ladrões	Boa	- po	I	-
		Calçada Martins de Freitas	p	1,76	11,9	13			-		
Plátanos	<i>Platanus × hispanica</i>	Av. Emídio Navarro	j	5,00	28,45	25	Ramos secos	Boa	- n	I	Sim
		Quinta das Lágrimas	pp	5,6	47	30	-	Boa	- pa	I	-
Araucária	<i>Araucaria heterophylla</i>	Mosteiro Santa Clara-a-Nova	pp	-	-	-	Boa vitalidade	Boa	- n	I	Sim
Oliveira	<i>Olea sp.</i>	Sé Velha	pp; v	-	-	-	Cavidade Ramos secos Ramos ladrões	Dieback	- h	I	Sim
									- c		
Canforeira	<i>Cinnamomum camphora</i>	Logradouro do edifício da Imprensa da UC	pp; v	-	-	-	-	Boa	- i	I	Sim
									- n		
Figueira-estranguladora	<i>Ficus macrophylla</i>	Quinta das Lágrimas	pp	13,4	26,5	-	-	Boa	- h	I	-
									- c		
Magnólia	<i>Magnolia grandiflora</i>	Sá da Bandeira	j	3,20	34,9	20	-	Boa	- pa	I	-
									- n		

* Legenda: porte (po); idade (i); valor natural (n); valor paisagístico (pa); valor histórico (h); valor cultural (c); propriedade privada (pp); passeio (p); jardim (j); vedado (v).

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

O desenvolvimento deste projeto constituiu um desafio e assumiu um carácter inovador por motivar, envolver e corresponsabilizar um público voluntário pouco usual, numa experiência de consciencialização científica sobre árvores monumentais, fortalecendo as relações entre os participantes e o património natural local. A construção coletiva e colaborativa do projeto imprimiu uma dinâmica decisiva para a sua concretização. Assim, a orientação do estudo para um projeto de ciência cidadã constituiu uma oportunidade para os investigadores recolherem dados de campo que, de outra forma, seriam de difícil obtenção (*e.g.* limitações de tempo; recursos). O projeto permitiu identificar árvores com potencial de classificação de AIP, possibilitando o reconhecimento social do seu valor. Os participantes desenvolveram um sentimento de pertença, atendendo à afetividade e ao apreço por estas plantas, contribuindo para contrariar o fenómeno do *plant blindness*.

Atendendo às experiências vividas durante o estudo sistematizam-se um conjunto de reflexões a atender, em projetos semelhantes, que se foquem no desenvolvimento de ações práticas com seniores: i) estar ciente das necessidades e ritmos dos seniores (*e.g.* limitações da mobilidade, frequência de cuidados de saúde), bem como das suas habilidades, motivações, expectativas, uma vez que os seniores se devem sentir úteis na definição inicial do projeto (*e.g.* conhecimento local, envolvimento cívico, experiência de vida); ii) abordar temáticas com as quais os seniores se identifiquem, relacionadas com as suas experiências, lembranças e vida quotidiana; iii) apreciar cada contributo individual dando atenção aos idosos; iv) visitar lugares históricos e de referência local enquanto estratégia motivadora; v) atender às limitações físicas dos participantes; vi) abordar a temática interdisciplinarmente; vii) recolher memórias e vivências pessoais que direta ou indiretamente se relacionem com o tema; e viii) divulgar o projeto, reconhecendo publicamente a contribuição dos seniores para o seu sucesso.

O envolvimento dos seniores em questões comuns da comunidade local para além de, favorecer o seu envelhecimento ativo e saudável, pela promoção da saúde e do bem-estar, tal como é preconizado pela *WHO*, permitiu criar uma imagem positiva face à pessoa idosa, atendendo ao seu envolvimento na promoção do conhecimento sobre as árvores monumentais de Coimbra. O balanço deste programa educativo é muito positivo, reforçando a relevância de se desenvolver projetos similares tendo em conta os benefícios a vários níveis que deles advém.

AGRADECIMENTOS

Raquel Pires Lopes foi financiada por uma bolsa da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), SFRH/BD/91905/2012. Este trabalho foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/CED/00194/2013. Os autores agradecem às instituições parceiras do projeto.

REFERÊNCIAS

- Angus, J., & Reeve, P. (2006). Ageism: a threat to “aging well” in the 21st century. *Journal of Applied Gerontology*, 25(2), 137–52. <https://doi.org/10.1177/0733464805285745>
- Barton, J., & Rogerson, M. (2017). The importance of greenspace for mental health. *BJPsych international*, 14(4), 79–81. <https://doi.org/10.1192/s2056474000002051>
- Bonney, R., Shirk, J. L., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing, A. J., & Parrish, J. K. (2014). Next steps for citizen science. *Science*, 343, 1436–1437. doi: 10.1126/science.1251554
- Cozad, S. (2005). *STRATUM case study evaluation in Minneapolis*, Minnesota. In: Masters Thesis. University of California, Davis, 81 pp.
- Cruz, C., Navarro-Pardo, E., Pocinho, R., Anjos, V. N., & Jacob, L. (2017). A auto-eficácia na adaptação aos desafios do envelhecimento. *Revista Lusófona de Educação*, 38(38), 181-194.
- Devictor, V., Whittaker, R., & Beltrame, C. (2010). Beyond Scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. *Diversity & Distributions*, 16, 354-362. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00615.x>
- Direção-Geral da Saúde (2014). *Portugal IDADE MAIOR em números, 2014: A Saúde da População Portuguesa com 65 ou mais anos de idade*. Lisboa
- Eronen, J., von Bonsdorff, M., Rantakokko, M., & Rantanen, T. (2014). Environmental facilitators for outdoor walking and development of walking difficulty in community-dwelling older adults. *European Journal of Ageing*, 11(1): 67–75. doi:10.1007/s10433-013-0283-7
- Fančovičová, J. & Prokop, P. (2011). Plants have a chance: outdoor educational programmes alter students' knowledge and attitudes towards plants. *Environmental Education Research*, 17(4), 537-551.
- Foster, L. & Walker, A. (2015). Active and Successful Aging: A European Policy Perspective. *The Gerontologist*, 55(1), 83-90. doi: 10.1093/geront/gnu028
- Greenwood, J.J. (2013). Citizens, science, and environmental policy: a British perspective. In: Dickinson JL, Bonney R (Ed.), *Public participation in environmental research* (pp. 150–164). Cornell University. Press Ithaca.
- Hecker, S., Bonney, R., Haklay, M., Hölkle, F., Hofer, H., Goebel, C., Gold, M., Makuch, Z., Ponti, M., Richter, A., Robinson, L., Iglesias, J., Owen, R., Peltola, T., Sforzi, A., Shirk, J., Vogel, J., Vohland, K., Witt, T., & Bonn, A. (2018). Innovation in Citizen Science – Perspectives on Science-Policy Advances. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(1), 4, pp. 1–14. <http://doi.org/10.5334/cstp.114>
- Instituto Nacional de Estatística (2013). Inquérito ao trabalho voluntário Lisboa: INE, 2012. <http://www.webcitation.org/6oaWn53GF>
- Kobori, H., Dickinson, J.L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., Kitamura, W., Takagawa, S., Koyama, K., Ogawara, T., & Miller-Rushing, A.J. (2016). Citizen science: A news approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*, 31, 1–19.
- Kumar, N., Belhumeur, P.N., Biswas, A., Jacobs, D.W., Kress, W.J., Lopez, I.C., & Soares, J.V.B. (2012). *Leafsnap: a computer vision system for automatic plant species identification*. Proceedings of the 12th European Conference on Computer Vision ECCV 2012 vol. 7573, 502–516.
- Lei n.º 53/2012, de 5 de setembro. *Diário da República n.º 172, Série I*. regulamentada pela Portaria n.º 124/2014, de 24 de junho.
- Lie, M., Baines, S. & Wheelock, J. (2009). Citizenship, Volunteering and Active Ageing. *Social Policy & Administration*, 43, 702-718.
- Liljas, A. E. M., Walters, K., Jovicic, A., Iliffe, S., Manthorpe, J., Goodman, C., & Kharicha, K. (2017). Strategies to improve engagement of “hard to reach” older people in research on health promotion: a systematic review. *BMC Public Health*, 17, 349. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4241-8>

- Lindenmayer D., Laurance, W., Franklin J., Likens G., Banks, S., Blanchard, W., Gibbons, P., Ikin, K., Blair, D., McBurney, L., Manning, A., & Stein, J. (2013). New policies for old trees: averting a global crisis in a keystone ecological structure. *Conservation Letters*, 00, 1–9. <https://doi.org/10.1111/conl.12013>
- Lonsdale, D. (ed.) (2013). *Ancient and other veteran trees: further guidance on management*. London: The Tree Council.
- Lopes, R.P., Schreck Reis, C., & Trincão, P.R. (2016). Arvoredo de interesse público: potencial de desenvolvimento educativo e turístico de uma região. In L. Madureira, P.G. Silva, O. Sacramento, A. Marta-Costa & T. Koehnen (Eds.), *Smart and Inclusive Development in Rural Areas - Book of proceedings of the 11th Iberian Conference on Rural Studies* (pp.548-553). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). ISBN: 978-989-704-222-5. Retirado de: http://xicier2016.utad.pt/sites/all/themes/professional_responsive_theme/images/files/Book_proceedings.pdf
- Mazumdar, S., Ceccaroni, L., Piera, J., Hölker, F., Berre, A.J., Arlinghaus, R. & Bowser, A. (2018). In press. Diversity of Citizen Science Technologies: Traditional and New Opportunities for Interactive Participation in Scientific Research. In: Hecker, S., et al. (eds.), *Citizen Science – Innovation in Open Science, Society and Policy*. London: UCL Press.
- Miller-Rushing, A.J., Primack, R.B., & Bonney R. (2012). The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10. 285–290.
- Moya, B. (2015). *Horizonte 2020, la estrategia para la conservación de la Biodiversidade en la Unión Europea: Retos y oportunidades para los árboles monumentales y bosques maduros*. Oral communication Congreso Internacional enArbolar: Grandes árboles para la Vida (BIGTREE4LIFE) - El valor de los árboles y bosques maduros en la salvaguardia de la biodiversidad: Valência.
- Newman, C., Buesching, C.D. & Macdonald, D.W. (2003). Validating mammal monitoring methods and assessing the performance of volunteers in wildlife conservation – Sed quis custodiet ipsos custodies? *Biological Conservation*, 113, 189–197.
- Organização das Nações Unidas (2013). *World population prospects: The 2012 revision*.
- Päivi, M., Mirja, H., & Terttu, P. (2010). Changes in Physical Activity Involvement and Attitude to Physical Activity in a 16-Year Follow-Up Study among the Elderly. *J Aging Res*, 174290. doi:10.4061/2010/174290
- Pardal, L. & Correia, E. 1995. *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Porto Formação Contínua. Areal Editores.
- Rainer, S. (2014). Social Participation and Social Engagement of Elderly People. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 116, 780 – 785. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.297>
- Randler, C., Osti, J., & Hummel, E. 2012. Decline in Interest in Biology among Elementary School Pupils During a Generation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(3), 201-205.
- Roman, L.A., Scharenbroch, B.C., Ostberg, J.P.A., Mueller, L.S., Henning, J.G., Koeser, A.K., Sanders, J.R., Betz, D.R., & Jordan, R.C. (2017). Data quality in citizen science urban tree inventories. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22,124-135. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.001>
- Rotman, D., Hammock, J., Preece, J., Hansen, D., Boston, C., Bowser, A., & He, Y. (2014). *Motivations Affecting Initial and Long-Term Participation in Citizen Science Projects in Three Countries*. In iConference 2014 Proceedings (p. 110–124).
- Sanz, F.S., Holocher-Ertl, T., Kieslinger, B., García, F. S. & Silva, C. G. (2014). *White Paper on Citizen Science for Europe*. [White paper] Societize. https://www.zsi.at/object/project/2340/attach/White_Paper-Final-Print.pdf
- Šimonová, I., Klimova, B., Poulková, P. & Pražák, P. (2017). The use of ICT devices by older people with a special focus on their type and respondents' age: A Czech case study. *Educational Gerontology*, 43, 1-9.
- Stephenson, N., L., Das, A. J., Condit., R., Russo, S. E., Baker, P. J., Beckman, N. G., ... & Alvarez, E. (2014). Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature*, 507(7490), 90-93. <https://doi.org/10.1038/nature12914>

- Tsunetsugu, Y., Lee, J., Park, B., Tyrväinen, L., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2013). Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements. *Landscape and Urban Planning*, *113*, 90–93. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.01.014>
- UNECE/European Commission (2015). 'Active Ageing Index 2014: Analytical Report', Report prepared by Asghar Zaidi of Centre for Research on Ageing, University of Southampton and David Stanton, under contract with United Nations Economic Commission for Europe (Geneva), co-funded by the European Commission's Directorate General for Employment, Social Affairs and Inclusion (Brussels).
- Wandersee, J., & Schussler, E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, *47*(1), 2-9.
- World Health Organization: WHO (2002). *Active Ageing: A Policy Framework*, Geneva, Switzerland: World Health Organisation.
- Wiggins, A., Bonney, R., Graham, E., Henderson, S., Kelling, S., LeBuhn, G., Litauer, R., Lots, K., Michener, W., & Newman, G. (2013). Data management guide for public participation in scientific research. *DataOne Working Group*, 1-41.
- Yang, J., La Sorte, F. A., Pyšek, P., Yan, P., Nowak, D., & McBride, J. (2015). Biotic homogenization of urban forests. *Global Ecology and Biogeography*, *24*, 1413-1423. doi:10.1111/geb.12376

Anexos

Anexo I: Exemplos de plataformas internacionais de ciência cidadã com recurso a voluntários.

Área geográfica	Nome do catálogo ou programa	Observações
Reino Unido	<i>Treezilla</i> https://www.treezilla.org/treezilla/map/	- Mapeamento de árvores e serviços ambientais
Estados Unidos da América (EUA)	<i>PhillyTreeMap</i> https://www.itreetools.org/resources/teaching/index.php	- Mapeamento de árvores e serviços ambientais (<i>i-Tree software</i>)
Austrália	<i>Tree Storey Dieback or Growback</i> https://www.gbcm.vic.gov.au/projects/bogies-and-beyond/tree-storey-citizen-science-project	- Mapeamento de eucaliptos afetados pela seca e impacto das alterações climáticas

Anexo II: Exemplos de projetos de ciência cidadã com especial foco em árvores monumentais.

País	Desde	Nome do catálogo ou programa	Observações
Internacional	2010	<i>MonumentalTrees.com</i> https://www.monumentaltrees.com/en/	> 43.028 registos (<i>website</i> de referência)
	1830	<i>The Tree Register</i> http://www.treeregister.org/aboutus.shtml	> 200.000 registos (com a taxa de crescimento)
Reino Unido	2003	<i>Ancient Tree Inventory</i> https://ati.woodlandtrust.org.uk/	> 171.206 registos (<i>Woodland Trust, Tree Register of the British e Isles e Ancient Tree Forum</i>)
França	-	<i>Inventaire des arbres remarquables</i> http://www.aveyron-environnement.com/index.php/sciences-participatives/arbres-remarquables	Inventário das árvores do Parque Natural Regional <i>Grands Causses</i>
Bélgica	1987	<i>Belgian Dendrological Society</i> https://www.dendrologie.be/nl	Inventário
Alemanha	-	<i>Landelijk Register van Monumentale Bomen</i> https://www.bomenstichting.nl/monumentale-bomen/boominspecteurs.html	> 15.000 registos
Roménia	-	<i>Remarkable Tree of Romania</i> https://arboriremarcabili.ro/en/about-project/	> 4.285 registos
EUA	1940	<i>National Register of Champion Trees American Forests</i> <i>National Big Tree Program</i> https://www.americanforests.org/get-involved/americas-biggest-trees/	Inventário
Canadá	-	<i>Ancient Forest Exploration & Research (AFER)</i> http://www.ancientforest.org/about-afere/	Inventário (Ontário)
Índia	-	<i>Landmark Trees of India</i> https://outreachecology.com/landmark/	Inventário / Monitorização
Austrália	-	<i>The National Register of Big Trees</i> https://www.nationalregisterofbigtrees.com.au/index.php	Inventário
	2009	<i>Associação Árvores de Portugal</i> https://www.facebook.com/arvoresdeportugal/	Inventário de árvores monumentais e de AIP
Portugal	2007	<i>Árvores Monumentais do Algarve e Baixo Alentejo</i> http://arvores-do-sul.blogspot.com/	Inventário de árvores monumentais do Sul do país
	2017	<i>Gigantes Verdes</i> https://www.gigantesverdes.pt/	> 273 registos (Município de Lousada)

Anexo III: Número médio de registos de árvores monumentais efetuados, por cada participante, no projeto Árvores Monumentais & seniores: um projeto de ciência cidadã.

Nº do participante masculino	Nº observações realizadas	Nº árvores validadas	Nº do participante feminino	Nº observações realizadas	Nº árvores validadas
1	1	1	1	1	0
2	1	1	2	1	1
3	2	1	3	1	1
4*	0	0	4	0	0
5	2	2	5	1	0
6	0	0	6	1	0
7*	0	0	7	1	1
8	1	1	8	1	1
9	0	0	9	0	0
10*	0	0	10*	0	0
11	0	0	11	0	0
12	1	1	12*	0	0
13	1	1	13	1	1
14*	0	0	14	1	1
15	0	0	15*	0	0
16*	0	0	16*	0	0
17*	0	0	17	2	1
18	0	0	18	1	1
19*	0	0	19	1	1
Total	9	8	20*	0	0
Média	0,474	-	21	1	0
			22	1	0
			23	1	1
			24	1	0
			25	0	0
			26	1	1
			27	1	0
			28	1	1
			29	1	0
			30	0	0
			31*	0	0
			32	0	0
			33*	0	0
			34	1	1
			35	1	1
			36*	0	0
			37*	0	0
			38*	0	0
			39	0	0
			40*	0	0

* Desistiu total ou parcialmente

Total
Média

23
0,575

14
-

Anexo IV: Exemplo da recolha de dados efetuada, autonomamente, pelos seniores, no projeto Árvores Monumentais & seniores: um projeto de ciência cidadã.

a) exemplos de fichas de registo preenchidas pelos participantes:

Árvores Monumentais, memórias (quase) intemporais!

Sabia que é no Município de Coimbra existem sete árvores classificadas de Interesse Público? São árvores com características monumentais! Vamos conhecer e descobrir mais sobre estas? Ajude-nos a identificar outros exemplares!

Ficha de Registo

Nome comum <i>Carvalho</i>	Nome científico <i>Quercus robur</i>
Localização: <i>em pedras</i>	Desenho <i>carvalho a fotografia é professor</i>
2. Dados Dendrométricos Altura (H): <i>2,5m</i> Perímetro à altura do peito (PAP): <i>1,5m</i> Diâmetro da Copa (DC): <i>1,5m</i> Idade estimada: <i>100 anos</i>	
3. Observações <i>Só para quem sabe porque está aqui</i>	

Onde consultar as Árvores classificadas de Interesse Público (AIP)?
No Registo Nacional do Arvoredo de Interesse Público (RNAIP), desenvolvido pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Instituto Público (ICNF, I.P.), podem ser consultadas os processos de classificação dos 470 exemplares de árvores isolados e 81 conjuntos arbóreos (dados de 2015), relativos aos processos de classificação desenvolvidos entre 1938 e 2012.

BILHETE DE IDENTIDADE

Nome comum <i>Carvalho</i>	Nome científico <i>um quercus.</i>
Localização: <i>Penedra</i>	Desenho <i>X</i>
2. Dados Dendrométricos Altura (H): <i>10m</i> Perímetro à altura do peito (PAP): <i>5m</i> Diâmetro da Copa (DC): <i>20m</i> Idade estimada: <i>quatro séculos</i>	
3. Observações <i>É onde eu moro.</i>	<i>(fotografia)</i>

Onde consultar as Árvores classificadas de Interesse Público (AIP)?
No Registo Nacional do Arvoredo de Interesse Público (RNAIP), desenvolvido pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Instituto Público (ICNF, I.P.), podem ser consultadas os processos de classificação dos 470 exemplares de árvores isolados e 81 conjuntos arbóreos (dados de 2015), relativos aos processos de classificação desenvolvidos entre 1938 e 2012.

b) exemplo de mensagens trocadas por correio eletrónico com envio de dados:

Localização de pinheiro manso

sexta, 30/06/2017, 18:41

Prof.a
o p. manso encontra-se na Portela do Gato, freg. de Almalaguês - Coimbra.
Cumprimentos

04/06/2017, 22:26

Aqui vai o meu contributo sobre grandes arvores (deve ter mais de 100anos).
Cumprimentos

3 anexos



Senhora Professora,
as fotografias da bonita ginginha do rei no nosso bonito Penedo da Saudade. não a medi pois vamos visitar.
até amanhã!



Responder Encaminhar

**EXPOSIÇÕES DE IMERSÃO EM JARDINS BOTÂNICOS: POTENCIALIDADES E DESAFIOS
PARA A DIVULGAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

IMMERSION EXHIBITIONS IN BOTANICAL GARDENS: POTENTIAL AND CHALLENGES FOR THE
COMMUNICATION OF BIODIVERSITY

EXPOSICIONES DE INMERSIÓN EN JARDINES BOTÁNICOS: POTENCIALIDADES Y DESAFÍOS PARA
LA DIFUSIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Maria Paula Correia de Souza^{1,2} & Martha Marandino¹

¹Faculdade de educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), Brasil

²Percebe pesquisa, consultoria e treinamento educacional, Brasil

mpaula@percebeeduca.com.br

RESUMO | Biodiversidade e conservação são temas multidimensionais que aparecem nas várias mídias sob diferentes abordagens e níveis de complexidade. As exposições dos jardins botânicos têm tido importante papel para a divulgação desses temas e diferentes estratégias vêm sendo usadas, como por exemplo as exposições de imersão. Com o intuito de entender como a biodiversidade e conservação estão sendo tratadas nestes locais, analisamos duas exposições de imersão em jardins botânicos no Brasil. Para isso, foram criadas categorias de análise que versam sobre as relações entre humanos e natureza (abordagens sociais da biodiversidade) e com base nelas, foram classificados trechos das exposições que incluem o ambiente, textos, audiovisuais e outros elementos expográficos. Nota-se o predomínio de abordagens menos integradoras, em que o ser humano está apartado da biodiversidade, chamando a atenção para que sejam adotados discursos mais atuais e complexos sobre a biodiversidade e conservação e que incluam aspectos sociais, políticos e culturais.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em museus, Educação não formal, Museus e biodiversidade, Discurso expositivo, Educação em jardins botânicos.

ABSTRACT | Biodiversity and conservation are multidimensional issues that appear in many media under different approaches and levels of complexity. The botanical gardens exhibitions have played an important role in the communication of these themes and different strategies have been used, such as immersion exhibitions. To understand how biodiversity and conservation are being addressed at these spaces, we analyzed two botanical gardens immersion exhibitions in Brazil. For this purpose, categories of analysis dealing with the relationship between humans and nature (social approaches to biodiversity) were created. Using this approach, immersive environment, texts, audiovisuals and other display elements from the exhibitions were then classified. There is a prevalence of less integrative approaches, in which the human being is separated from nature, stressing the need for the adoption of more current and complex biodiversity and conservation discourses that include social, political and cultural aspects.

KEYWORDS: Museum education, Informal education, Museums and biodiversity, Exhibition discourse, Botanical gardens education.

RESUMEN | La biodiversidad y la conservación son temas multidimensionales que aparecen en diversos medios bajo diferentes enfoques y niveles de complejidad. Las exposiciones de jardines botánicos han jugado un papel importante en la promoción de estos temas y se han utilizado diferentes estrategias, como las exposiciones de inmersión. Para entender cómo se trata la biodiversidad y la conservación en estos lugares, analizamos dos exposiciones de inmersión en jardines botánicos de Brasil. Para ello se crearon categorías de análisis que abordan la relación entre el ser humano y la naturaleza (enfoques sociales de la biodiversidad) y a partir de ellas se incluyeron extractos de las exposiciones, que incluyen el medio ambiente, textos, audiovisuales y otros elementos expográficos. Predominan los enfoques menos integradores, en los que el ser humano se separa de la biodiversidad, llamando la atención sobre la adopción de discursos más actuales y complejos sobre biodiversidad y conservación y que incluyen aspectos sociales, políticos y culturales.

PALABRAS CLAVE: Educación en museos, Educación no formal, Museos y biodiversidad, Educación en jardines botánicos.

1. INTRODUÇÃO

Há uma diversidade de instituições que atuam na educação não formal, incluindo uma grande variedade de tipologias de museus. Espaços como os jardins botânicos são, até o momento, considerados museus pelo Conselho Internacional de Museus/ICOM¹. Assim como os zoológicos, estas tipologias de museus têm a especificidade de apresentar elementos vivos na exposição, atraindo um número elevado de visitantes em todo mundo. No Brasil, os jardins botânicos possuem o nível mais alto de visitação se comparados com jardins zoológicos, museus de ciências e museus de artes no país, de acordo com as pesquisas feitas pelo CGEE/CNPq com foco na percepção pública da ciência no país².

Além da pesquisa científica, divulgação e educação, a conservação da biodiversidade está entre as missões dos jardins botânicos, permeando as diversas ações desenvolvidas nestes espaços. É importante, assim, que elas tratem os conteúdos sobre biodiversidade em suas diferentes facetas e graus de complexidade, oportunizando aos indivíduos o acesso ao conhecimento científico valorizado pela comunidade científica e legitimado pela sociedade, contribuindo, desta forma, para a ampliação do repertório e do engajamento sobre as questões ambientais. Mas como essa divulgação vem sendo feita? Considerando o cenário atual de perda da biodiversidade, considera-se necessário questionar como esses locais têm contribuído, via suas exposições e ações educativas, para o acesso aos conhecimentos sobre esse tema.

Diversas estratégias de comunicação com o público têm sido adotadas pelos jardins botânicos, promovendo experiências em que além do acesso a conteúdos relacionados à botânica e à biologia em geral, estimulam sensações e emoções aos visitantes. São exemplos destas estratégias os jardins sensoriais e as trilhas interpretativas presentes em vários desses espaços. Mais recentemente, esse tipo de experiência tem sido trabalhada por meio das “exposições de imersão”, as quais integram elementos vivos a outros objetos e aparatos, com a intenção de propiciar aos visitantes uma sensação de presença real nos ambientes, como se estivessem visitando o ambiente natural, mesmo estando distante deles.

A concepção imersiva teve repercussão no desenvolvimento de exposições que recriam ambientes naturais (florestas, savanas, desertos) e possibilitam simultaneamente o uso de painéis, aparatos interativos e outros elementos expositivos. Abre-se com isso, uma nova perspectiva da interação do público com as mensagens sobre temáticas ambientais. Muitas exposições de imersão com a recriação de ambientes naturais surgiram no final do século XX e início do XXI. São alguns exemplos desse processo: “Biodôme” em Montreal (1992), “Forest Secrets” no Melbourne Museum (2000), “Rainforest” e “Mediterranean Biomes” no Eden Project de Cornwall na Inglaterra (2001) e “El Bosque Inundado” (2004) na CosmoCaixa de Barcelona. Nesses espaços, direta ou indiretamente, aspectos sobre a biodiversidade são tratados (Marandino et al., 2015a.) enfatizando com maior ou menor intensidade questões sobre conservação.

As exposições de imersão e outras diversas ações de divulgação e educação realizadas em museus apresentam formas diferentes de abordar a biodiversidade. Essas formas de

¹ As discussões atuais sobre o conceito de museus pelo ICOM estão sendo realizadas desde 2019 e a comunidade museológica ainda não chegou a um consenso. Para aprofundar o tema ver <https://icom.museum/en/news/the-museum-definition-the-backbone-of-icom/>

² <https://www.cgee.org.br/web/percepcao/faca-sua-analise>

representação dependem de como se dá a compreensão das questões ambientais nos diferentes contextos históricos, sociais e políticos. Assim, a presença de abordagens mais multifacetadas e complexas sobre a biodiversidade e a conservação nas ações desenvolvidas em espaços museais está ligada à uma diversidade de fatores: as especificidades das instituições; afiliação; as formas de financiamento; as variadas posições dos atores sociais envolvidos, entre outros.

Considerando a importância do papel educacional e comunicacional das exposições, bem como as possibilidades de experiências de visita em ambientes imersivos, analisamos neste artigo quais as abordagens sociais de biodiversidade estão presentes nos discursos de duas exposições de imersão situadas em jardins botânicos no Brasil. Discutimos também a influência de alguns aspectos institucionais e do processo de produção dessas exposições sobre tais discursos.

2. EXPOSIÇÕES DE IMERSÃO COMO ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO E DE DIVULGAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

2.1 Especificidades das exposições de imersão

As exposições são as formas fundamentais de comunicação do museu com seus públicos. Elas promovem experiências educacionais, mas também têm o papel de legitimar a importância dos museus e exposições junto ao público (Loomis, 1987; Dean, 1994, 1996; Davallon, 2010). Além de comunicar uma determinada temática para uma grande variedade de públicos, as exposições trazem visões de determinados atores sociais - curadores, cientistas, etc. - sobre as ideias e também sobre as formas de apresentá-las ao visitante. As mensagens expressas nas exposições são derivadas dessas visões, que incluem o que é legítimo transmitir e quais são as formas legítimas de fazê-lo (Martins, 2011; Souza, 2017; Soraes, 2019).

Convivem na atualidade museus com exposições que propiciam formas bastante distintas de comunicação com seus públicos. Há instituições com exposições muito mais voltadas à contemplação e ao encontro com uma cultura erudita, assim como existem museus a céu aberto, incluindo iniciativas de musealização do espaço que abriga expressões artísticas “mais populares”. No caso dos museus de ciências, há aqueles que ainda hoje apresentam formas de organização com a exposição exaustiva de espécimes da natureza, nos remetendo aos museus de história natural do século XVII e XVIII. Contudo, outros museus, como os centros de ciências, são caracterizados pela intencionalidade educacional da relação com seus públicos e geralmente esses espaços não possuem acervos, sendo os objetos expostos construídos propositadamente para demonstrar fenômenos e ensinar conceitos (Loureiro, 2010).

As experiências imersivas em exposições surgiram no processo de ampliação da participação do visitante e vêm sendo usadas em diferentes tipologias de museus. Com aumento exponencial, vimos na última década, as chamadas imersões digitais abrirem uma nova gama de experiências em exposições. Nas áreas das ciências naturais, há exposições que recriam ecossistemas e propiciam a imersão do público em um ambiente natural mediado por diferentes aparatos expositivos. Marandino e Diaz (2011) ressaltam que, além da ideia de imersão no ambiente natural, nessas exposições são utilizadas técnicas museográficas que estimulam os cinco sentidos, associadas a informações científicas que podem ser apresentadas de forma interativa. Esse tipo de expografia tem sido cada vez mais utilizado no sentido de permitir que a experiência da visita alie aspectos cognitivos, afetivos e sensoriais.

A ideia de integrar o visitante à exposição é relativamente recente. Na concepção da expografia do meio ambiente, o visitante não só está imerso, como é inserido na “cena”, fazendo-o não apenas ocupar um espaço, mas também desempenhar um papel. De acordo com Davallon e colaboradores (1992), está presente nessa concepção a ideia do público inserido no “patrimônio-ambiente”, que institui o sujeito visitante como ator social e que pode propiciar, como estratégia de visitação, condi oes para a reflexão sobre suas atitudes.

Avalia oes realizadas com o público em museus com exposi oes de imersão mostram a importância da experiência de imergir no ambiente, tanto no que se refere ao conhecimento conceitual e relacionado aos procedimentos e habilidades, como aquele ligado   dimensão afetiva e emocional (Bitgood, 1990; Mortensen, 2010). De acordo com Bitgood (1990), a experiência de imersão pode fazer com que o público se envolva mais com os conteúdos da exposi o, na medida em que alia as mensagens a aspectos emocionais e sensoriais.

2.2 A complexidade da Biodiversidade e a relevância de sua divulga o nos museus

  fato que a biodiversidade e a conserva o são assuntos bastante discutidos atualmente. São temáticas presentes no cotidiano das pessoas, com relevante destaque nas diversas m dias, nos currículos escolares, assim como nas a oes realizadas por organiza oes não governamentais (ONGs) e por museus, incluindo os jardins bot nicos. Assim, apesar da ampla ado o do termo biodiversidade, não há um consenso para seu significado. De acordo com Harrison e colaboradores (2004), no uso popular, a palavra biodiversidade   geralmente relacionada para descrever todas as espécies que vivem em uma dada área, logo, em larga escala, a biodiversidade pode ser resumida   vida na terra. Pode ainda incluir aspectos da composi o, estrutura e fun o nos níveis genético, populacional, do ecossistema e da paisagem, considerando escalas temporais e espaciais e as rela oes com fatores abióticos. E por fim, pode incluir o ser humano como parte da natureza.

Vale lembrar ainda, que o conceito de biodiversidade não   exclusivo do meio científico, embora tenha surgido na área acadêmica, particularmente no âmbito das ciências biológicas. Contudo, parecem ser as transforma oes na rela o dos seres humanos com o ambiente que levaram   importância que o conceito tem hoje na sociedade. Nesse contexto, para além dos conceitos, fatos e fen menos científicos, o termo biodiversidade pode incluir aspectos relacionados   valoriza o da natureza pelos seres humanos, além de atitudes acerca da importância e da necessidade de conservá-la. Em uma perspectiva mais voltada   conserva o da biodiversidade, o termo abriga aspectos relacionados   valora o intrínseca, ecológica, social, econ mica, educacional, cultural, recreativa e est tica da biodiversidade (Pascual et al., 2017).

Ainda que haja um cenário de crescimento do nível de conscientiza o acerca dessa temática, pesquisas com diferentes públicos-alvo mostram que as concep oes sobre biodiversidade estão ainda reduzidas   variedade de espécies e *habitats* (Buijs et al., 2008; Lude, 2010; UEBT, 2016). No contexto museal, a pesquisa realizada por Marandino e colaboradores (2012) em dois museus de história natural, um na Dinamarca e outro no Brasil, mostrou que para grande parte dos visitantes, a pluralidade de organismos   ainda o aspecto que mais representa a biodiversidade, aparecendo com mais intensidade do que aqueles referentes   perda e aos impactos humanos sobre organismos e ambientes.

De acordo com o Barômetro da Biodiversidade de 2016, a principal fonte de informação sobre o tema é a escola, em seguida aparecem a televisão, a internet e os jornais (UEBT, 2016). Outras instituições tais como museus, parques, institutos ou órgãos de pesquisa e ação ambiental, são citados como fonte de informação na pesquisa realizada com a população, pelo Ministério do Meio Ambiente no Brasil (Brasil, 2012). Esse cenário revela a importância de promover o acesso aos diversos conhecimentos relacionados ao tema e aponta para a importância de que este acesso seja promovido por instituições de educação informal e de divulgação científica como os museus e jardins botânicos.

O acesso aos conhecimentos de diferentes naturezas em uma perspectiva multifacetada da biodiversidade e da sua conservação é essencial para que a sociedade possa participar democraticamente e se engajar na construção de políticas públicas e para a legitimação das ações relacionadas ao meio ambiente. Uma abordagem multidimensional da biodiversidade implica em evitar soluções simplistas baseadas em dicotomias como certo ou errado, já que suas questões envolvem, além do conhecimento científico, dimensões sociais e políticas, variados grupos de atores e diferentes posições, não havendo uma solução imediata ou única.

Para Porcedda e colaboradores (2006), a emergência das questões ambientais a partir da década de 1970 teve grande influência sobre as exposições dos museus de ciências, introduzindo novas concepções e formas de abordagem da biodiversidade e da conservação, no sentido de repensar a relação dos humanos com a natureza, conciliando dois aspectos aparentemente antagônicos: desenvolvimento e conservação ambiental.

Nas últimas décadas do século XX, e ainda hoje, é possível notar que as questões ambientais trazem novos desafios e possibilidades para a educação e a divulgação nos museus. Segundo Davallon e colaboradores (1992) é preciso questionar quais devem ser as abordagens contemporâneas que os museus fazem sobre o meio e sobre o humano. De acordo com esses autores, abordagens como o ambiente-patrimônio traz uma nova relação entre o museu e as temáticas ambientais que vai de encontro à sensibilidade ecológica, suas ideias e suas questões. Isso leva a uma museologia da relação entre humanos e a natureza, em que as interações são dinâmicas e de diferentes amplitudes, assim os impactos e soluções não podem ser percebidos apenas sobre os processos naturais, mas também nos efeitos sociais resultantes desse processo.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA E AS CARACTERÍSTICAS DAS EXPOSIÇÕES DE IMERSÃO ANALISADAS

A análise sobre como as questões ambientais vêm sendo tratadas em contextos museais deve levar em consideração a função social destas instituições, bem como os contextos históricos e atuais da concepção das suas ações, dentre elas as exposições. As diversas ações desenvolvidas pelos museus podem ser analisadas a partir da premissa de que elas são discursos e que possuem uma mensagem. Estes discursos são construídos com o envolvimento de diferentes atores sociais que possuem uma variada bagagem de conhecimento e que estão imersos em um contexto sociocultural, político e econômico (Martins, 2011; Souza, 2017; Soraes, 2019).

Levando em consideração a importância das abordagens multidimensionais da biodiversidade e da conservação, neste artigo apresentamos os dados de uma pesquisa realizada em duas exposições de imersão, uma situada no Jardim Botânico de São Paulo, na cidade de São Paulo, Brasil denominada "Estufa do Cerrado", e a outra na Fundação Zoobotânica de Belo

Horizonte, na cidade de Belo Horizonte, Brasil "Estufa da Caatinga Mineira". Na seção seguinte são caracterizadas as exposições e apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa.

3.1 Caracterizando as exposições

3.1.1 A Estufa do Cerrado

A Estufa do Cerrado está sediada no Jardim Botânico de São Paulo, ligado ao Instituto de Botânica, que por sua vez é um órgão da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. O Jardim e o Instituto estão inseridos em um parque estadual, fazendo parte portanto, de uma Unidade de Conservação, área protegida de acordo com a legislação brasileira (SNUC, 2000).

A área expositiva da Estufa do Cerrado é de aproximadamente 360 m², com proposta imersiva, em que são integrados elementos vivos, organismos preservados e aparatos expositivos. Como tal, a exposição conta com uma área destinada à reprodução do ambiente natural do Cerrado. Nas demais áreas, existem painéis com textos e imagens, vídeos, vitrines com espécies preservadas, entre outros.

O tema central da exposição é o bioma do Cerrado, um tipo de Savana encontrado em grande parte do interior do Estado de São Paulo, na região central e em menor extensão, nas regiões nordeste, norte e sul do Brasil. O Cerrado figura hoje entre as áreas de maior importância para a conservação no mundo. Tal importância refere-se tanto ao grande número de espécies endêmicas que possui, quanto à perda de, pelo menos, metade da sua área de cobertura original nos últimos anos, além de abrigar comunidades indígenas, quilombolas e os geraizeiros³. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de janeiro à agosto de 2020, foram registrados 21.460 focos de incêndio, além do avanço do desmatamento sob o Cerrado durante a atual pandemia de covid-19. Segundo esses dados, a destruição desse bioma totaliza 408 mil hectares de solo devastado, sendo o agronegócio é o principal causador (Tawane, 2020).

Para estudar a exposição Estufa do Cerrado, dividimos seu espaço em oito módulos, com base nos aspectos e sub-temáticas apresentadas. As principais características dos módulos estão resumidos na tabela 1.

³ Os geraizeiros são populações tradicionais que habitam a região norte do estado de Minas Gerais e oeste da Bahia. Descendentes de populações indígenas e quilombolas, essas populações possuem suas particularidades culturais e um modo de vida tradicional, inseridos no bioma do Cerrado de forma sustentável. NOGUEIRA, M. C. R. *Gerais a dentro e a fora: identidade e territorialidade entre Geraizeiros do Norte de Minas Gerais*. Tese (Doutorado em Antropologia Social). Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 233 p. 2009.

Tabela 1- Características temáticas e expográficas da Estufa do Cerrado

Módulo	Título/subtema	Principais conteúdos tratados	Principais elementos expográficos
1	Introdução	Caracterização geral do bioma e dos assuntos tratados na exposição	Painel com texto
2	Savanas no Mundo	Localização das Savanas no mundo. Principais características do Cerrado.	Painéis com texto e painel basculante com mapas e imagens.
3	Clima	Precipitação no Cerrado	Painel com texto e interativo push-button
4	Fisionomias	Aspectos de morfologia, fauna e flora das várias fisionomias do Cerrado.	Reprodução do ambiente natural com espécies naturais de flora, elementos de fauna, painéis e placas com textos e imagens.
5	Fogo	Como o fogo atua no Cerrado.	Painéis com texto e vídeo.
6	Solo	Principais características dos solos do Cerrado.	Interativo push-button com vitrine de solos. Painéis com texto.
7	Interação fogo e solo	Como a incidência do fogo e características dos solos interagem na formação de paisagens.	Interativo de múltipla escolha e painel com texto.
8	Conservação e biodiversidade	Importância da conservação do Cerrado. Aspectos que levam à perda de <i>habitat</i> . Biodiversidades da fauna, flora, aspectos humanos.	Painéis com texto e interativo com painéis basculantes imagem e texto.

3.1.2 A Estufa da Caatinga Mineira

A Estufa da Caatinga Mineira é uma exposição permanente da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte, administrada indiretamente pela prefeitura da cidade, estando vinculada à Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

A exposição sobre a Caatinga possui 158 m² e, assim como a Estufa do Cerrado, possui expografia imersiva. A exposição conta com espécies organizadas de forma a recriar o ambiente natural, além de painéis com textos e imagens, objetos, entre outros. Como tema central, esta exposição apresenta o bioma da Caatinga, especificamente de áreas em que ocorre no estado de Minas Gerais. A Caatinga é um bioma do tipo estepe, típico da região nordeste do Brasil, sendo também encontrado na região sudeste, porém apenas na parte norte de Minas Gerais.

Tal bioma ocupa cerca de 10% do território brasileiro, possui alto índice de endemismo, mas carece de estudos acerca do seu patrimônio biológico, que vem sendo dilapidado com o avanço do desmatamento. O relatório do Painel Intergovernamental do Clima (IPCC, 2019) aponta que 50% do território originalmente da Caatinga já passou por algum tipo de modificação. Dados do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis) da Universidade

Federal de Alagoas (Ufal) de 2019⁴ mostram que 13% da Caatinga sofrem com o processo de desertificação, sendo a ação humana a principal causa. O bioma é um dos menos preservados do país em Unidades de Conservação ou Terras Indígenas.

Dividimos a exposição em seis módulos, com base nos aspectos apresentados. As principais características de cada módulo estão resumidas na tabela 2.

Tabela 2- Características temáticas e expográficas da Estufa da Caatinga Mineira

Módulo	Título/subtema	Principais conteúdos tratados	Principais elementos expográficos
1	Introdução	Caracterização geral do bioma e dos assuntos tratados na exposição	Painel com texto
2	A Caatinga	Aspectos sobre o clima e características da Caatinga na época seca e úmida	Reprodução do ambiente natural com espécies vivas da flora, elementos de fauna, placas com textos e imagens.
3	O sertanejo	Cultura dos habitantes da caatinga mineira	Imersão com elementos culturais, objetos e placas com textos e imagens.
4	Adaptações e espécies	Tipos de adaptação para a seca; exemplos de espécies da fauna e flora.	Placa com texto e imagem.
5	Paisagem	Aspectos morfológicos e das fitofisionomias da caatinga do norte e nordeste de minas.	Reprodução do ambiente natural com espécies naturais, painéis com imagens, placas com textos e imagens.
6	Ameaças e conservação	Exemplos das principais ameaças e estratégias para a conservação da caatinga	Placas com texto e imagem.

3.2 Etapas da investigação

Esse artigo é parte de uma pesquisa mais ampla na qual foi realizada a análise sociológica do processo de produção dos discursos expositivos, além da caracterização desses discursos com o intuito de compreender quais são os significados legítimos sobre biodiversidade presentes nas mensagens de exposições de imersão, e quais são as formas legítimas da transmissão desses significados. Neste artigo, caracterizamos os discursos expositivos quanto as relações entre os seres humanos e a natureza (abordagens sociais da biodiversidade) e discutimos como essas características se relacionam às ideologias e objetivos dos conceptores (pesquisadores e funcionários das instituições que tenham participado do processo de planejamento e produção das exposições) e das agências envolvidas, no sentido de compreender as escolhas, seleções, restrições e recontextualizações que resultaram nas mensagens das exposições.

⁴ Disponível em <https://ufal.br/ufal/noticias/2019/7/lapis-utiliza-metodologia-inedita-para-monitorar-processo-de-desertificacao-no-brasil> acesso em ago de 2020.

A investigação apresentada neste artigo, sobre as abordagens sociais da biodiversidade nos discursos das exposições de imersão, teve caráter misto (Johnson & Onwuegbuzie, 2004; Creswell & Clark, 2011) e foi realizada por meio de entrevistas, observação e análise de documentos de ambas as exposições. As observações foram realizadas de acordo com roteiro semiestruturado, com registro textual e imagético. A documentação é composta pelas atas de reuniões de planejamento, projetos de expografia e textos preliminares, bem como, a planta baixa de arquitetura, textos, imagens e vídeos que estão presentes nos painéis, placas e etiquetas das exposições fornecidos pelos conceptores. Também foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os conceptores e membros das equipes de produção terceirizadas (expógrafos, cenógrafos, produtores de vídeo, entre outros) de ambas as exposições. As entrevistas foram desenvolvidas de acordo com roteiro previamente elaborado, gravadas em áudio e posteriormente transcritas.

Para a análise das Abordagens Sociais da Biodiversidade nas exposições da Estufa do Cerrado e da Estufa da Caatinga Mineira, foram definidas unidades que correspondem a trechos de textos, objetos e imagens, conforme mostra a Figura 1. A seleção das unidades para análise foi feita com base na presença de conteúdos relacionados à biodiversidade. Elas foram agrupadas em módulos expositivos (tabelas 1 e 2), tomando por base os subtemas explicitados em documentos e observação das exposições. Foram analisadas 93 unidades presentes na exposição Estufa do Cerrado e 24 unidades na Estufa da Caatinga Mineira. Cada unidade de análise foi categorizada de acordo com o instrumento desenvolvido para a caracterização das Abordagens Sociais da Biodiversidade, apresentado adiante, e foi calculada a frequência de cada categoria no conjunto das unidades (total) e por módulo.

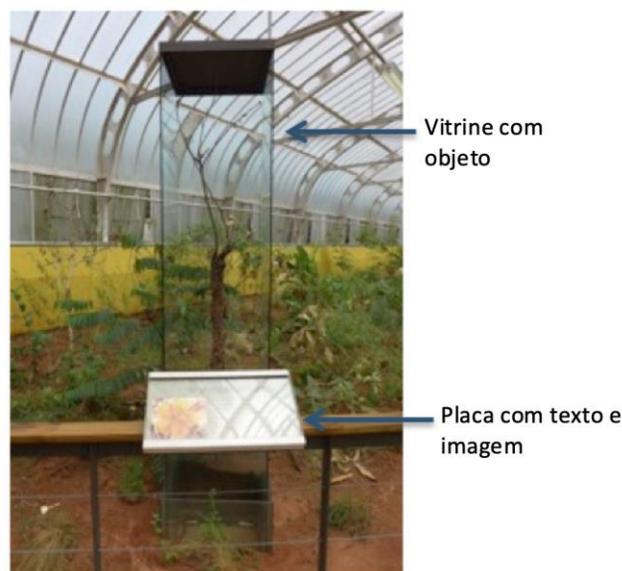


Figura 1 Exemplo de unidade de análise contendo objeto, texto e imagem⁵

Para caracterizar o discurso expositivo, considerando o papel educacional e comunicacional das exposições quanto às formas de abordar, tratar ou representar a

⁵ As imagens fotográficas presentes no artigo foram feitas pela autora

biodiversidade em diferentes contextos, foi construído um instrumento de análise (tabela 3) para categorizar as Abordagens Sociais de Biodiversidade. Foram usadas como base as categorias de conservação propostas por Mace (2014), as abordagens de biodiversidade utilizadas por Oliveira e Marandino (2012), as representações sociais sobre biodiversidade propostas por Buijjs e colaboradores (2008) e as categorias de perspectivas da relação sociedade e natureza baseadas em diferentes tipos de valores construídas por Pereira e colaboradores (2020).

Tabela 3- *Instrumento de análise das abordagens sociais da biodiversidade*

Categorias	Natureza intrínseca	Natureza em oposição ou para os humanos	Natureza e humanos como um todo
	O ser humano é mero observador, expectador da natureza. Enfatiza atributos, descrição da natureza.	Enfatiza as relações de oposição ou benefícios entre humanos e natureza.	Enfatiza as características dinâmicas mútuas e multidimensionais da integração de humanos e natureza em um sistema socioambiental

A categoria "Natureza intrínseca" corresponde às representações da biodiversidade em que o ser humano está mais apartado da natureza, sendo apenas um observador, ou quando não se estabelecem relações entre seres humanos e natureza. Esse tipo de abordagem está associado à história natural e à ecologia da vida silvestre, com descrições das espécies, das relações entre suas características e dessas com os ambientes em que vivem os organismos. As ações de conservação relacionadas a esse tipo de representação estão voltadas à criação de áreas de proteção ambiental com maior restrição de uso pelos seres humanos e outras ações pontuais.

Já a categoria "Natureza em oposição ou para os humanos" abarca as formas de representação da biodiversidade que têm como mote os impactos negativos dos seres humanos sobre a natureza e os benefícios dela para nós. Essas duas "posições" aparecem muitas vezes ligadas, pontuando o benefício que pode ser perdido por causa da interferência excessiva dos humanos sobre a natureza. Esse tipo de abordagem pode incluir diferentes áreas de conhecimento, com ênfase nos aspectos funcionais da biodiversidade, serviços e valoração, gestão de recursos. As ações de conservação relacionadas a essa categoria de biodiversidade estão voltadas à preservação de espécies, à mitigação de impactos e à gestão sustentável dos recursos.

Na última categoria "Natureza e humanos como um todo", estão as representações em que há maior integração entre seres humanos e natureza. Nela, considera-se a multidimensionalidade e a dinâmica das relações entre nós e a natureza. Enfatiza a condição global do ser humano como parte da natureza. Inclui diversas áreas do conhecimento e da sociedade. As ações de conservação tendem a permear diversos âmbitos da sociedade e são de bastante complexidade, uma vez que a variedade de dimensões e dos processos dinâmicos a serem considerados pode dificultar a integração dos conhecimentos científicos, saberes tradicionais, necessidades e interesses sociais.

Vale destacar que as diferentes formas de representação social da biodiversidade podem conviver na mesma exposição, assumindo a influência do contexto na legitimação e uso delas.

4. PRINCIPAIS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao aplicar o instrumento de análise das Abordagens Sociais da Biodiversidade (apresentado no item anterior) sobre as unidades de análise, obtivemos os resultados mostrados no gráfico 1. Conforme foi indicado nas tabelas 1 e 2, as unidades de análise foram agrupadas em módulos.

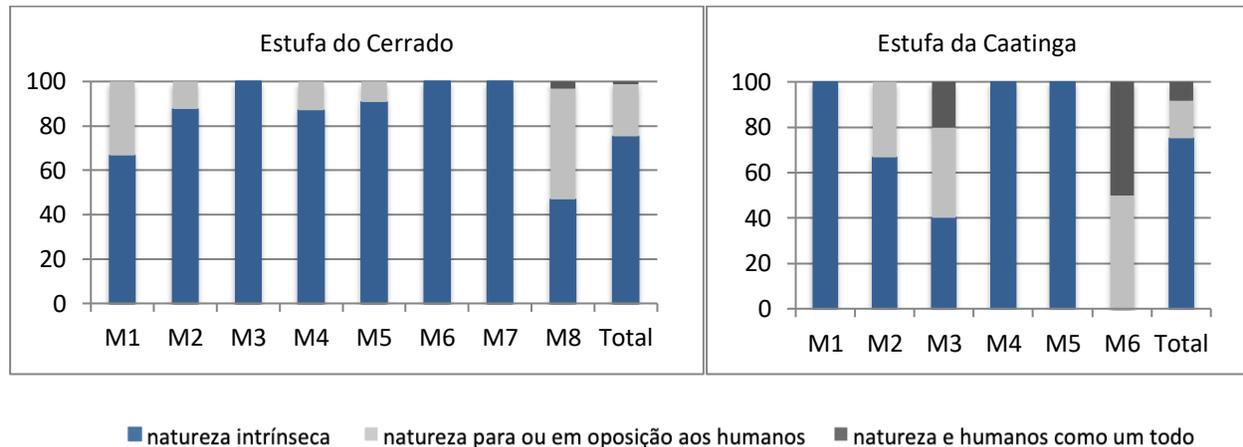


Gráfico 1- Abordagens Sociais da Biodiversidade por módulo e total - Estufa do Cerrado e Estufa da Caatinga respectivamente

Levando em consideração o total das unidades de análise, há um predomínio da categoria "Natureza intrínseca" em ambas as exposições. Essa categoria, em que o ser humano está apartado da natureza, representa 77,5% e 75% do total das unidades de análise na exposição sobre o Cerrado e sobre a Caatinga Mineira, respectivamente. A categoria "Natureza em oposição ou para os humanos" ocorre em aproximadamente 21,5% do total das unidades de análise na Estufa do Cerrado, dentre elas, pouco mais da metade das relações inclui os benefícios da natureza para o ser humano. Na "Estufa da Caatinga Mineira" essa categoria corresponde a 16,5%, sendo dois terços delas benefícios e um terço impactos do ser humano sobre a natureza. Apenas 1% do total das unidades analisadas da "Estufa do Cerrado" encontram-se na categoria "Natureza e humanos como um todo". Essa categoria é um pouco mais frequente na "Estufa da Caatinga Mineira", representando 8,5% do total de unidades de análise.

A análise por módulo, mostra que, em cerca de um terço dos módulos da "Estufa do Cerrado" e metade dos módulos da "Estufa da Caatinga Mineira", há apenas abordagens sociais da biodiversidade em que o ser humano está apartado da natureza. As figuras 3 e 4 trazem exemplos de unidades de classificação nas categorias "Natureza em oposição ou para os humanos" e "Natureza intrínseca", presentes na exposição sobre o Cerrado e a Caatinga Mineira, respectivamente.



Figura 3 “Estufa do Cerrado”, unidade 27, módulo 8. Abordagem social da biodiversidade "Natureza em oposição ou para os humanos", nesse exemplo a relação é de oposição entre natureza e humanos como um todo.

Transcrição do texto do painel: “Biodiversidade e conservação. A invasão por espécies exóticas (não pertencentes à flora original) é uma das maiores ameaças à biodiversidade do Cerrado. Espécies invasoras agressivas, como as gramíneas africanas usadas para pastagens (a braquiária, o capim-gordura e o capim-jaraguá), impedem ou reduzem a germinação e o crescimento de plantas de outras espécies ao seu redor.”



Figura 4 “Estufa da Caatinga mineira”, unidade 2, módulo 4. Abordagem social da biodiversidade "Natureza intrínseca", não é estabelecida relação entre humanos e natureza.

Transcrição do texto do painel: “As paisagens do relevo cárstico do norte de Minas Gerais, vale do rio São Francisco, destacam-se no cenário nacional. A porosidade das rochas e as fendas permitem a ocorrência de espécies de porte fabuloso, como os embarés. A predominância é dos cactos colunares ou globosos e das bromélias de folhas muito rígidas. Os afloramentos se apresentam como lajes lisas e extensas ou como rochas pontiagudas. Onde há uma circulação subterrânea de água, a flora é adaptada ao ritmo de secas e inundações. Destacam-se aí os imbiracús, mulungus e grande quantidade de ervas.”

Os resultados da análise das abordagens sociais da biodiversidade revelam que a perspectiva mais integradora e multidimensional das relações entre humanos e natureza tem pouquíssima representatividade nas exposições. Ainda que se agrupem as unidades de análise classificadas nas categorias "Natureza em oposição ou para os humanos" e "Natureza e humanos

como um todo", que vão além da relação do ser humano distante da natureza, elas representam apenas um terço do total.

Isso significa que grande parte do discurso das exposições aborda a biodiversidade desde uma visão que segundo Mace (2014), concebe a ideia de "natureza por si", que prioriza a natureza selvagem e habitats naturais intactos, em geral sem pessoas, podendo transmitir atributos e valores da biodiversidade pelo que ela é, sem incluir no entanto, os benefícios dela para o ser humano. Ainda de acordo com a autora, essa abordagem pode inclusive transmitir a ideia de que nossa espécie não é mais importante que as outras sendo esse ponto comum a enfoques mais integradores como a categoria "Natureza e humanos como um todo".

O conceito imersivo das exposições analisadas pode contribuir para suscitar nos visitantes valores e atributos da natureza intrínseca, assim como podem *a priori* gerar sensações térmicas, olfativas, visuais, que remetam aos benefícios da natureza. Todavia, há que se considerar os desafios relacionados aos aspectos expográficos e arquitetônicos que incluem o tamanho das exposições, a quantidade de elementos vivos e o *design* dos aparatos, que são elementos vitais para que o visitante se desloque da realidade externa e sinta-se imerso no ambiente natural. Em ambas exposições os limites das estufas são muito claros e especialmente na "Estufa do Cerrado", caminha-se por uma trilha suspensa cujo ambiente natural está apenas de um lado do visitante, ficando à mostra, do lado oposto, as paredes com painéis. Os aparatos expositivos teriam, assim, importante papel para chamar a atenção dos visitantes para os benefícios da natureza, os impactos e, mais ainda, a dinâmica das relações que inclui os seres humanos como parte dos processos. Todavia, como se percebe nos resultados, essas mensagens são mais frequentes em apenas um módulo da "Estufa do Cerrado" e dois módulos da "Estufa da Caatinga Mineira".

A forte presença da abordagem social da biodiversidade "Natureza intrínseca" reflete também a narrativa descritiva e o nível de detalhamento das informações, especialmente sobre as espécies e fisionomias, característicos dos discursos da história natural. É importante lembrar que as instituições museológicas de história natural têm relação com a consolidação da ciência moderna (Lopes, 1997) e, assim, essas instituições e muitos de seus agentes se formaram a partir de uma dicotomia entre natureza e cultura. Para Haraway (1992), a suposta ausência de intervenção dos humanos sobre os espécimes naturais que compõem as coleções e exposições em museus deve ser questionada, pois é, geralmente, a partir de um modelo ou concepção humana, que tais objetos da natureza acabam por estar presentes nos espaços museais. Desta forma, é preciso assumir que há um viés sobre os conteúdos legítimos e a forma legítima de apresentá-las. Sobre essa discussão, vale destacar que ambas exposições estão sediadas em instituições que além da divulgação científica e educação, são voltadas à pesquisa científica, especialmente o Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, que possui papel muito relevante em nível nacional e internacional na pesquisa em botânica e ecologia vegetal (Franco & Drumond, 2005). Destaca-se ainda que no caso dessa exposição, os principais conceptores são expoentes pesquisadores das referidas áreas.

Outro aspecto interessante a ser ressaltado, é que as unidades de análise que se referem às relações de oposição e benefícios entre humanos e natureza, encontram-se em maior frequência nos módulos finais das exposições. Esses módulos têm como foco a conservação da biodiversidade, enfatizando aspectos sobre a vulnerabilidade dos ambientes frente às interferências humanas e os serviços prestados pela natureza. As abordagens fatalistas e utilitaristas aparecem frequentemente entre as visões do público sobre biodiversidade e

conservação e sobre as relações entre humanos e natureza. A análise de Fischer e Young (2007) com o público visitante de ambientes naturais na Escócia, mostrou que entre as características da biodiversidade citadas ressaltam-se os aspectos negativos e/ou positivos da relação humana com a natureza. Outro resultado importante da pesquisa das autoras é que para os grupos que têm uma interação mais frequente com a natureza, a ausência de influência humana sobre a biodiversidade é uma característica particularmente positiva. Conforme a análise aqui apresentada também sugere, a pesquisa de Kaltenborn e colaboradores (2015) aponta que as visões do público sobre a biodiversidade geralmente excluem o ser humano. No entanto, quando se trata da perda da biodiversidade, a ação humana foi bastante frequente nos discursos do público.

Nesse sentido, a maior representatividade da categoria "Natureza intrínseca" nas exposições analisadas reforça a ideia do ser humano apartado da natureza encontrado nas pesquisas de Fisher e Young (2007) e Kaltenborn e colaboradores (2015). Além disso, o fato de a categoria "Natureza em oposição ou para os humanos" ser mais frequente que a "Natureza e humanos como um todo" aponta que as exposições contribuem para que as visões utilitaristas e fatalistas da biodiversidade sejam mais divulgadas para o público do que aquela em que há maior integração entre o ser humano à natureza e mostra a complexidade dessa relação.

O trabalho de Buijs e colaboradores (2008), mostrou que as representações sociais da biodiversidade nas opiniões do público sobre a relação humano-natureza consistem em uma inter-relação entre diferentes abordagens da biodiversidade, combinando benefícios e funções, atributos e valores, bem como intervenções humanas. Os aspectos da interação entre a nossa espécie e os demais elementos da natureza são fatores essenciais para determinar as atitudes dos indivíduos em relação à gestão da biodiversidade e ao engajamento sobre temáticas ambientais (Buijs et al., 2008; Kaltenborn et al. 2015). Assim, é importante que as exposições e outras ações junto ao público reforcem visões mais multidimensionais da biodiversidade em que as relações entre seres humanos e natureza vão além dos impactos e dos benefícios, ainda que esses sejam também elementos importantes nos discursos.

Na "Estufa do Cerrado" as poucas unidades classificadas na categoria "Natureza e humanos como um todo" são aquelas que tratam das interações entre as comunidades tradicionais e o bioma, restritas ao último módulo da exposição. Um aspecto a se destacar é que o processo de concepção da exposição ficou mais centrado em pesquisadores da área de ecologia e botânica, e apesar de haver intenção de retratar a cultura, conforme constam dos documentos e entrevistas, cortes de conteúdo devido ao espaço, acabaram explicitando as escolhas que foram no sentido do conteúdo mais restrito da biologia.

Na mesma perspectiva, na exposição sobre a "Caatinga Mineira", as unidades do módulo 3 categorizadas como "Natureza e humanos como um todo", tratam de aspectos da cultura do Sertanejo, populações tradicionais do bioma. Nesses casos, as mensagens das exposições incluem processos sócio-ecológicos, baseados na premissa de que o ser humano é parte da natureza. A proposta imersiva permitiu criar ambientes que reproduzem a vida nessas comunidades e várias das formas como elas interagem com a natureza, fortalecendo o discurso na perspectiva de compreender o ser humano como parte da natureza. Vale destacar, conforme constatamos nas entrevistas, que desde o planejamento dessa exposição havia, entre os conceptores, a intenção de retratar as culturas e comunidades que habitam a região da Caatinga no estado de Minas Gerais, foram feitas viagens de campo, entrevistas com a população local e coleta de itens que

compuseram o módulo 3. Além disso, a montagem da exposição contou com a presença de um ex-morador de uma comunidade sertaneja.

Por outro lado, ainda que essa abordagem seja potencialmente positiva para a apresentação da biodiversidade de forma mais integradora e que permita o acesso a visões mais complexas das relações entre humanos e natureza, destacamos o desafio do distanciamento entre as realidades apresentadas e o cotidiano da maior parte do público visitante, que vive geralmente nas cidades. Ao restringir as visões mais multifacetadas das relações entre humanos e natureza às populações tradicionais, podem ser reforçadas as ideias que distanciam outras populações, grupos sociais e culturais da natureza.

O módulo final da “Estufa da Caatinga Mineira”, onde a categoria “Natureza e humanos como um todo” aparece com maior frequência comparada aos demais momentos, trata dos aspectos sobre o manejo da biodiversidade, abrangendo ações no âmbito da política, economia, ciência e educação. Dessa forma, inclui-se potencialmente a multidimensionalidade das relações entre a nossa espécie e a natureza e as ações de conservação que tendem a permear diversos setores da sociedade. No entanto, carecem de aprofundamento para que esses aspectos possam ser discutidos em função da premissa que fazemos parte da natureza.

A abordagem mais integradora acerca da biodiversidade está geralmente ligada às temáticas de desenvolvimento sustentável, tanto em currículos quanto em práticas pedagógicas, em que muitas vezes são valorizadas atividades em espaços “fora” de sala de aula (Lude, 2010). Na perspectiva das características relacionadas ao desenvolvimento sustentável em que o ser humano e sua cultura são parte da natureza, a investigação realizada por Buijs e colaboradores (2008) mostrou que definições mais amplas de biodiversidade, que incluem a diversidade cultural, foram pouco frequentes entre o público de não especialistas, ocorrendo com maior frequência entre o público mais especializado, como os gestores de recursos naturais de unidades de conservação. No contexto museal, a pesquisa realizada por Marandino e colaboradoras (2015b.) mostrou que a abordagem que inclui os seres humanos e a diversidade cultural como parte da biodiversidade não foi mencionada pelos visitantes. Nesse sentido, apontamos para a necessidade de ampliar as análises por nós realizada, por meio de pesquisas com o público visitante das exposições Estufa do Cerrado e Estufa da Caatinga.

Por fim, é preciso ressaltar que as diferenças entre as abordagens podem não ser tão nítidas, as categorias não são totalmente estanques e podem coexistir. De acordo com Mace (2014), abordagens em que as relações entre humanos e natureza são distantes podem ser semelhantes àquelas em que o ser humano está incluído nas dinâmicas da natureza. Isso porque ambas podem incluir esperanças e desejos acerca do ambiente em que queremos viver e aquele que deixaremos para as próximas gerações. Outro aspecto bastante interessante ressaltado pela autora é que, mesmo sendo a abordagem mais integradora a mais condizente com o caráter multifacetado das relações entre humanos e o ambiente, há um risco decorrente dessa própria premissa, por conta da dificuldade em estipular e mensurar as múltiplas variáveis, bem como agregar os diversos conhecimentos e discursos.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

De forma geral, a análise das exposições quanto às abordagens sociais da biodiversidade, aponta que a Estufa do Cerrado e a Estufa da Caatinga contribuem para o acesso ao conhecimento sobre biodiversidade em que os humanos estão afastados da natureza, haja vista o predomínio da categoria “natureza intrínseca”. Em alguns módulos há abordagens tratam dessas relações de forma a destacar aspectos positivos ou negativos das interações entre humanos e natureza. E só em pouquíssimas ocasiões, os discursos presentes nas exposições incluem o ser humano como parte das dinâmicas da natureza, contribuindo para um conhecimento mais amplo e complexo sobre a biodiversidade e conservação, abrangendo aspectos do caráter multidimensional destes termos.

É importante destacar que assim como em outros contextos educacionais, a seleção dos conteúdos em exposições é geralmente realizada pelos conceptores ou curadores, e o mesmo ocorreu nas exposições por nós estudadas. É possível notar nas mensagens das exposições estudadas a influência das equipes e de suas intenções. Esse aspecto está evidenciado pela presença de um módulo dedicado às populações tradicionais na Estufa da Caatinga Mineira e na ênfase dada aos conteúdos da botânica e da ecologia vegetal na exposição sobre o Cerrado.

Também importante são as especificidades do contexto expositivo. Como ressaltamos anteriormente, os objetos, a tridimensionalidade e o tempo são aspectos cruciais às exposições, e portanto, influenciam os discursos e as mensagens com as quais o público vai potencialmente interagir. Em ambas exposições, a proposta de representar os ambientes naturais em estufas permitiu compor condições climáticas dos biomas, todavia o espaço físico e as opções expográficas foram fatores limitantes às representações. Vale destacar que os estímulos presentes nos ambientes naturais, abrem novas possibilidades para a construção de conhecimentos, desenvolvimento de competências cognitivas, afetivas e de atitudes.

Com base na análise realizada, sugerimos que os aparatos expositivos associados à representação dos ambientes naturais incentivem o público a perceber o ambiente por meio dos estímulos que vão além do visual, propiciando a mobilização de valores, atitudes e sentimentos. Desse modo, sugerimos que esses sejam incluídos discursos mais atuais sobre biodiversidade que transcendam o viés científico, integrando diferentes campos e saberes, adotando vieses sociais, políticos e econômicos, que revelem a complexidade desse termo e os fatores que implicam na sua compreensão e conservação.

REFERÊNCIAS

- Buijs, A. E. , Fischer, A., Rink, D., Young, J. (2008) Looking beyond superficial knowledge gaps: understanding public representations of biodiversity. *International Journal of Biodiversity Science and Management*. 4 (2):65-80
- Bitgood, S. (1990) The Role of simulated immersion in exhibition, *Technical Report*, n. 90-20. Jacksonville, AL: Center for Social Design.
- Brasil, 2012. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. *O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável: Pesquisa nacional de opinião*. Principais resultados. Rio de Janeiro: Overview, 2012. 82 p.

- Creswell, J. W., Clark, V. L. P. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. 12nd edn. Thousand Oaks Sage Publications.
- Davallon, J., Grandmont, G. & Schielle, B.. *L'environnement entre au Musée*. Collection Muséologies. Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 1992. 206 p. il
- Davallon, J. (2010) Comunicação e sociedade: pensar a concepção da exposição. in: Benchetrit, S. F., Besserra, R. Z. e Magalhães, A. M. (org.). *Museus e comunicação – exposições como objeto de estudo*. Rio de Janeiro, Museu Histórico Nacional, 21-34.
- Dean, D. (1994) *Museum Exhibition: theory and practice*. New York: Routledge, 177p.
- Fischer, A.& Young, J.(2007) Understanding mental constructs of biodiversity: Implications for biodiversity management and conservation. *Biological Conservation*, v.136, n. 2, 271-282.
- Franco, J. L. A. & Drummond, J. A. (2005). Frederico Carlos Hoehne: a atualidade de um pioneiro no campo da proteção á natureza do Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 8(1), 141-166. <https://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2005000100009>
- Haraway, D. J. (1992) The Promises of Monsters: A Regenerative Politics for Inappropriate/ d Others. In: Grossberg, L., Nelson, C. and Treichler, P. A. (orgs) *Cultural Studies*. New York: Routledge, 295–337.
- Harrison I, Laverty M, Sterling E (2004) *Definition of biodiversity*. <http://cnx.org/content/m12151/1.2/>. Accessed: 15 jul. 2020.
- IPCC (2019): *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kaltenborn, B. P., Gundersen, V., Stange, E., Hagen, D., Skogen, K. (2016) Public perceptions of biodiversity in Norway: From recognition to stewardship? *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography* v. 70 , n. 1.
- Loomis, R. J. (1987) *Museum visitor evaluation : new tool for management*. English, Book, Illustrated edition: 306p.
- Lopes, M. M. (1997) *O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX*. São Paulo: Hucitec, 369p.
- Loreiro, M. L. N. M. (2010) Divulgação científica em museus: as coleções e seu papel na linguagem expográfica. In: Semedo, A.; Nascimento, E. N. (Coord.) *Actas do I Seminário de Investigação em Museologia dos Países de Língua Portuguesa e Espanhola*. v.2. Porto: Universidade do Porto, 207-215.
- Lude, A. (2010) The Spirit of Teaching ESD – Biodiversity in Educational Projects. In: Ulbrich K, Settele J, Benedict ff (eds) *Biodiversity in Education for Sustainable Development: reflection on school-research cooperation*. Pensoft Publishers, Sofia, p 17-30.
- Mace, G. (2014) Whose conservation? *Science* 345 (6204):1558-1560
- Marandino, M., Diaz Rocha, P. E. (2011) La Biodiversidad en Exposiciones inmersivas de museos de ciencias: implicaciones para educación en museos. *Enseñanza de las Ciencias* 29 (2):221-236
- Marandino, M., Campos, N. F., Caffagni, C. W. et al. (2012) A percepção de biodiversidade em visitantes de museus: um estudo no Brasil e na Dinamarca antes da visita. *Tempo Brasileiro* 188:97-112
- Marandino, M., Achiam, M., Oliveira, A. DE. (2015a.) The diorama as a means for biodiversity education In: *Natural History Dioramas - History, Construction and Educational Role*. Dordrecht: Springer Netherlands, p. 251-266.
- Marandino, M., Laurini, C. R.; Silva, A. B. F; Prado, F. A.; Branco, M. F.; Uezono, P. Y. (2015b) O que o público adulto entende sobre biodiversidade durante visitas a museus de ciência? *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindóia, São Paulo.

- Martins, L. C. (2011). *A constituição da educação em museus: o funcionamento do dispositivo pedagógico museal por meio de um estudo comparativo entre museus de artes plásticas, ciências humanas e ciência e tecnologia*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.48.2011.tde-04072011-151245.
- Mortensen, M. (2010) Exhibit engineering: a new research perspective. Doctoral Dissertation. Department of Science Education University of Copenhagen, Copenhagen.
- Oliveira, A. D. e Marandino, M. (2011) A Biodiversidade no Saber Sábio: investigando concepções de biodiversidade na literatura e entre pesquisadores. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v.1, n.1, 51-66.
- Pascual, U.; Balvanera, P., Díaz, S. et al. (2017) Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Curr Opin Environ Sustainability* 26-27: 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006>
- Pereira, L. M., Davies, K. K., den Belder, E, et al. (2020) Developing multiscale and integrative nature–people scenarios using the Nature Futures Framework. *People Nat.* 00: 1– 24. <https://doi.org/10.1002/pan3.10146>
- Porcedda A, Landry J, Lepage L (2006) Musées de sciences et développement durable: militantisme ou changement de paradigme? In: Emond A (org) L'éducation muséale vue du Canada, des Etats-Unis et d'Europe: recherché sur les programmes et les expositions. Editions Multimondes, Montreal, p 279-292
- SNUC (2000) Sistema Nacional de Unidades de Conservação; Lei 9.985 de 18 de julho de 2000; Ministério do Meio Ambiente.
- Soares, M. P. (2019) *Os bastidores de uma exposição de um museu de história natural: o processo de produção do discurso expositivo e seus agentes* / Marcus Pinto Soares; Sandra Lucia Escovedo Selles, orientadora; Martha Marandino, coorientadora. Niterói.
- Souza, M. P. C. (2017). *O discurso expositivo sobre biodiversidade e conservação em exposições de imersão*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.48.2018.tde-25062018-113128.
- Tawane, N. (2020) Com 12 mil focos de incêndio, desmatamento avança no Cerrado durante a pandemia. *Brasil de Fato*. Agosto de 2020. Brasília. <https://www.brasildefato.com.br/2020/08/02/com-12-mil-focos-de-incendio-desmatamento-avanca-no-cerrado-durante-a-pandemia>
- UEBT Union for Ethical BioTrade (2016) *Biodiversity Barometer*. Available in <http://www.biodiversitybarometer.org/biodiversity-barometer-reports/>. Accessed March 2020

CREATIVELAB_SCI&MATH | ESTATÍSTICAS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

CREATIVELAB_SCI&MATH | HEART RATE STATISTICS

CREATIVELAB_SCI&MATH | ESTADÍSTICAS DE LA FRECUENCIA CARDIACA

Bento Cavadas^{1,2}, Raquel Santos¹ & Sara Sacramento^{1,3}

¹ Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

² CeIED / Universidade Lusófona, Portugal

³ Escola Secundária Dr. Augusto César da Silva Ferreira, Portugal

bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt

RESUMO | A atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” foi implementada num contexto interdisciplinar entre as unidades curriculares de Biologia Humana e Saúde e Estatística e Probabilidades do curso de licenciatura em Educação Básica. Participaram nove estudantes, dois docentes da área das Ciências e uma docente da área da Matemática. Este relato apresenta os resultados obtidos pelos estudantes na realização de um conjunto de tarefas interdisciplinares, focadas em análises estatísticas da relação entre diferentes tipos de atividade física com a frequência cardíaca. O feedback da implementação da atividade por parte das estudantes salienta a necessidade de repensar a gestão do tempo, no entanto, os resultados dão ênfase à importância de abordagens interdisciplinares na formação inicial de professores.

PALAVRAS-CHAVE: Biologia humana, Estatística, Formação inicial de professores, Frequência cardíaca, Interdisciplinaridade.

ABSTRACT | The “CreativeLab_Sci&Math: Heart rate statistics” activity was implemented in an interdisciplinary context between the course of Human Biology and Health and Statistics and Probabilities of a teacher education program. Nine students two professors from sciences and one from mathematics, participated in the activity. This report presents the results obtained by students in carrying out a set of interdisciplinary tasks, focused on statistical analysis of the relationship between different types of physical activity with heart rate. The feedback on the implementation of the activity given by the students highlights the need to rethink time management. Nevertheless, results emphasize the importance of interdisciplinary approaches in teacher education programs.

KEYWORDS: Human biology, Statistics, Teacher education programs, Heart rate, Interdisciplinary approach.

RESUMEN | La actividad "CreativeLab_Sci&Math: Estadísticas de la frecuencia cardiaca" se implementó en un contexto interdisciplinar entre las unidades curriculares de Biología Humana y Salud y Estadísticas y Probabilidades del curso de grado de Educación Básica. Participaron nueve estudiantes, dos profesores de Ciencias y un maestro de Matemáticas. Este informe presenta los resultados obtenidos por los estudiantes en la realización de un conjunto de tareas interdisciplinares, centradas en el análisis estadístico de la relación entre los diferentes tipos de actividad física con la frecuencia cardíaca. La evaluación de la implementación de la actividad por parte de los estudiantes resalta la necesidad de repensar la gestión del tiempo; sin embargo, los resultados enfatizan la importancia de los enfoques interdisciplinares en la formación inicial del profesorado.

PALABRAS CLAVE: Biología humana, Estadística, Formación inicial del profesorado, Frecuencia cardiaca, Interdisciplinariedad.

1. INTRODUÇÃO

Esta prática educativa foi desenvolvida no contexto do projeto CreativeLab_Sci&Math, dinamizado pelo Departamento de Matemática e Ciências Naturais da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém (ESE/IPSantarém) (Cavadas & Santos, 2019; Cavadas, Correia et al., 2019). A atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” foi criada por docentes de Ciências e Matemática envolvidos no projeto e implementada no contexto da formação inicial de professores, no 2.º ano do curso de licenciatura em Educação Básica da ESE/IPSantarém. As unidades curriculares (UC) que contribuíram para o contexto interdisciplinar da atividade foram Biologia Humana e Saúde (BHS) e Estatística e Probabilidades (EP). As nove estudantes envolvidas autorizaram a recolha e utilização das suas produções e de outros dados durante a realização da atividade, para efeitos de investigação em educação.

A atividade resulta de um acumular de experiência na sua realização em três anos letivos sucessivos: 2017/18, 2018/19 e 2019/20 (Cavadas & Santos, 2019). Seguindo uma lógica de investigação-ação sobre a própria prática num contexto colaborativo, uma metodologia de melhoria das práticas profissionais já validada em outros estudos (Ponte & Serrazina, 2003; Ponte, 2004), nos anos letivos anteriores os professores aperfeiçoaram a sequência didática, as tarefas e os recursos usados, recolhendo sugestões para a sua melhoria no decorrer da própria implementação, através de notas de campo, do feedback dos estudantes sobre o contributo da atividade para as suas aprendizagens e possíveis aspetos a melhorar. A atividade foi realizada recorrendo à gestão do currículo das duas UC, num contexto de desenvolvimento curricular exercido pelos próprios docentes, uma opção pedagogicamente válida, como defende Roldão (2002, 2005). O Decreto-Lei n.º 55/2018 também traz um grande enfoque nas práticas de trabalho interdisciplinar em diversas secções, o que mostra a relevância da preparação das atuais e futuras gerações de professores quanto a essas dinâmicas de colaboração científica e didática.

O problema que orientou a sequência didática proposta nesta atividade foi o seguinte: “Que relação existe entre a atividade física e a frequência cardíaca?”. Para dar resposta a esse problema, as estudantes realizaram um conjunto de tarefas organizadas de acordo com alguns dos momentos do modelo de ensino dos 7E: Engage, Explain, Explore, Elaborate, Evaluate, Exchange e Empower (Bybee et al., 2014; Kähkönen, 2016; Reis & Marques, 2016). O objetivo da atividade foi fomentar a aprendizagem das estudantes sobre a variação da frequência cardíaca com o tipo de exercício físico, num contexto interdisciplinar, com a Matemática, que envolveu análises estatísticas de dados recolhidos sobre essas duas variáveis.

Através deste trabalho pretende-se, ainda, recolher contributos que permitam sustentar a formação inicial dos professores em contextos interdisciplinares, identificando os benefícios que resultam para a sua aprendizagem da realização de tarefas que integram as Ciências com a Matemática. Por essa razão, no final da atividade as estudantes foram questionadas quanto às perceções do impacto da atividade interdisciplinar na sua aprendizagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

No que diz respeito aos temas específicos abordados na atividade, algumas investigações evidenciaram que há problemas de aprendizagem dos alunos dos níveis iniciais de ensino quanto aos processos fisiológicos do sistema cardiovascular (Galagovsky & Edelsztejn, 2018; Lagarto,

2011). De facto, a experiência de supervisão de estágios em contexto de 2.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) mostra empiricamente que, quanto ao trabalho dos professores estagiários, estruturar tarefas para uma aprendizagem efetiva da anatomia do sistema cardiovascular pelos alunos do ensino básico não traz problemas de maior, mas o mesmo não ocorre quanto às tarefas associadas a processos fisiológicos do sistema cardiovascular. Conscientes desta lacuna, tem sido dada grande atenção na leção da UC de BHS aos processos fisiológicos do sistema cardiovascular, como o ciclo cardíaco e a relação entre a frequência cardíaca e o exercício físico.

Este tema de BHS serviu de contexto à investigação estatística realizada pelas estudantes. Colocar os estudantes a realizar investigações estatísticas completas, nas quais passam pela recolha de dados até alcançarem uma conclusão baseada nos mesmos, é fulcral no ensino da Estatística (Santos, 2014). De acordo com Franklin et al. (2007), através da utilização de dados reais, a interpretação e análise dos dados depende e faz sentido dentro do contexto em que foram recolhidos. Vários autores evidenciam também que a manipulação de dados é uma competência importante para qualquer cidadão, ainda que os alunos apresentem dificuldades (Monteiro et al., 2010). Há recursos digitais, como o software TinkerPlots® elaborados com o intuito de serem ferramentas para os alunos, desde os nove anos de idade, desenvolverem estratégias de recolha e manipulação de dados, de modo interativo e intuitivo (Konold & Miller, 2005). O modo como os gráficos são construídos com esta ferramenta torna menos provável que se desorientem com o aumento de abstração porque podem construir o conhecimento a partir do que já sabem (Konold, 2002). Este software desenvolve, assim, a capacidade de elaborar representações gráficas, o que pode fomentar a capacidade visual, o raciocínio sobre os dados e a compreensão de conceitos estatísticos. Vários estudos com o TinkerPlots® mostram a sua utilidade no desenvolvimento do conhecimento conceptual de alunos de diferentes níveis de ensino (Ben-Zvi, Makar, Bakker & Aridor, 2011; Prodromou, 2011; Watson et al., 2011). O uso desse software com professores e futuros professores trouxe também benefícios notórios para o desenvolvimento do seu conhecimento de conceitos estatísticos (Meletiou-Mavrotheris, Papparistodemou, & Stylianou, 2009; Monteiro, Asseker, Carvalho & Campos, 2010). Assim, na UC de EP tem-se dado destaque às várias etapas da investigação estatística, fazendo recurso de diferentes softwares, como o TinkerPlots®, para possibilitar a compreensão visual e intuitiva de alguns conceitos estatísticos, usando dados reais, em contexto.

Tendo em conta as ideias anteriores, os docentes de BHS e EP criaram e implementaram uma atividade que concorresse para os objetivos de aprendizagem das duas UC. A abordagem que orientou a criação e a implementação da atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” assenta, essencialmente, na sua sequenciação didática em conformidade com seis dos sete momentos do modelo de ensino dos 7E (Engage, Explain, Explore, Elaborate, Evaluate, Exchange) e de acordo com uma estratégia *Problem-Based Learning* (PBL). Enquanto esse modelo de ensino, como o próprio nome indica, apresenta uma abordagem para o professor organizar o seu trabalho, o PBL foca a aprendizagem na ação dos alunos, tornando-os complementares e com benefícios quer para o trabalho dos docentes, quer para o trabalho dos estudantes.

O modelo dos 5E, uma versão simplificada do modelo de ensino dos 7E, foi criado no enquadramento da instituição *Biological Science Curriculum Studies* (Bybee et al., 2006). Posteriormente, um dos seus autores, Bybee (2014), numa reflexão sobre o modelo recomendou que: deve ser aplicado numa sequência de lições com algum prolongamento no tempo, nenhum dos momentos de ensino deve ser omitido, os momentos de ensino não devem sofrer trocas

entre si, mas podem ser repetidos numa sequência didática, o momento de avaliação deve continuar no final da sequência didática, mas podem existir momentos de avaliação contínua durante a mesma. Há, pelo menos, um estudo que mostra a eficácia do modelo de ensino dos 5E para o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos com recurso ao sistema circulatório (Rahayu, Antika & Nizkon, 2019).

Nesta atividade, foi seguida uma abordagem do tipo PBL, caracterizada pelo seguinte princípio principal: “The main principle of PBL is based on maximizing learning through investigation, explanation, and resolution by starting from real and meaningful problems. Therefore, PBL is the art of problem solving” (Oguz-Unver & Arabacioglu, 2014, pp. 121-122). Portanto, o PBL foca-se na construção do conhecimento através da resolução de problemas reais e significativos através de um processo investigativo. Do princípio anterior também decorre que a estratégia PBL pressupõe que o aluno necessita de conhecimento e capacidades prévias para abordar o problema que é colocado. O PBL pressupõe a abordagem a problemas reais, pelo que o aluno precisa de ter uma visão interdisciplinar e recorrer a múltiplas perspetivas para compreender a complexidade do problema de modo a identificar soluções robustas (Oguz-Unver & Arabacioglu, 2014). Devido à abordagem PBL estar associada a um nível mais elevado de complexidade, Oguz-Unver e Arabacioglu (2014) recomendam o PBL para os níveis mais avançados, enquanto referem que o IBL pode ser aplicado em todos os níveis educativos, mas especialmente nos iniciais. Pelas razões anteriores, os autores deste trabalho classificaram a abordagem usada na presente atividade como PBL, na medida em que parte de um problema real, que deve ser resolvido recorrendo a uma sequência investigativa, num contexto de recolha de informação interdisciplinar, em que os estudantes necessitam de conhecimentos científicos e capacidades previamente adquiridas para abordarem o problema.

De facto, um dos aspetos inovadores deste trabalho, é o seu contexto interdisciplinar. As práticas interdisciplinares são vantajosas porque as perspetivas das diferentes disciplinas são integradas de modo a produzir uma compreensão mais aprofundada dos problemas em estudo (Greef, Post, Vink & Wenting, 2017). No entanto, os professores em formação inicial têm poucas experiências interdisciplinares entre a Matemática e as Ciências enquanto estudantes, mas possuem a consciência que este tipo de integração deve ocorrer nas escolas (Frykholm & Glasson, 2005). Por essa razão, atividades como a apresentada neste trabalho são importantes na formação inicial de professores porque, como defendem Koirala e Bowman (2003), é importante que os futuros professores vivenciem essas práticas na sua formação inicial para a integração em Ciências e Matemática ter sucesso, nomeadamente nos níveis intermédios de ensino.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A atividade foi planificada colaborativamente pelos docentes de BHS e EP e organizada num guião, para estruturar a sequência didática e orientar o trabalho autónomo das estudantes. O guião foi também usado como instrumento de recolha de dados das suas produções. Devido a restrições de tempo, foi implementada numa aula de quatro horas e em *co-teaching* pelos docentes de BHS e EP, na modalidade de ensino em equipa (Friend, Cook, Hurley-Chamberlain & Shamberger, 2010). Participaram na atividade nove estudantes do sexo feminino, cujo intervalo de idades variava de 19 a 23 anos. Destas, apenas setes responderam ao questionário de avaliação final (identificadas de A1 a A7). As estudantes foram organizadas em três grupos de trabalho (G1, G2 e G3). Quanto aos recursos, para além do guião, usaram-se *smartphones* com

aplicações com a capacidade de leitura da frequência cardíaca e computadores portáteis com o software TinkerPlots®. A atividade foi implementada num ambiente educativo inovador, o CreativeLab_Sci&Math®.

Os objetivos de aprendizagem estipulados para a atividade foram: a) explicar fisiologicamente a variação da frequência cardíaca com o tipo de exercício físico; b) caracterizar a variação da frequência cardíaca em repouso e em atividade física; c) comparar e analisar distribuições com os dados recolhidos; d) estabelecer relações entre as diferentes variáveis envolvidas; e e) desenvolver competências de utilização do software TinkerPlots® na análise dinâmica de dados. Nas próximas subsecções, apresentam-se as tarefas organizadas de acordo com seis momentos do modelo de ensino dos 7E.

3.1 Engage. A frequência cardíaca

Este momento de envolvimento inicial das estudantes com a atividade iniciou-se com uma explicação sobre a influência dos sistemas nervoso e endócrino sobre a frequência cardíaca, com o apoio de esquemas desses processos. Concluiu-se com a medição da frequência cardíaca em repouso (P0), utilizando diferentes estratégias, no pulso, sobre o coração (a), no pescoço (b) ou com uma aplicação para *smartphone* (c), como por exemplo a *HeartRateFree* (Figura 1).

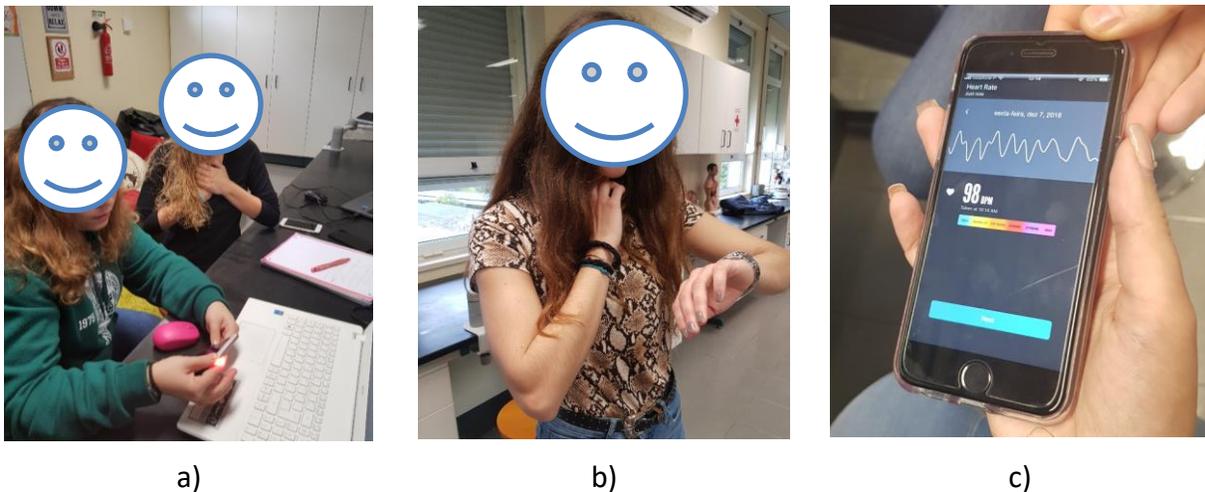


Figura 1 Processos de medição da frequência cardíaca sobre o coração (a), no pescoço (b) e com uma aplicação (c).

3.2 Explore 1. Planificação da investigação

No momento “Explore 1”, através da colocação de diferentes questões, as estudantes refletiram e apresentaram os seus conhecimentos prévios sobre as variáveis que podem influenciar a frequência cardíaca. Conceberam, igualmente, algumas previsões sobre as variáveis que pensavam influenciar a frequência cardíaca e se esta depende do tipo de exercício, do nível de atividade e da idade. Este momento terminou com a planificação de uma investigação estatística de modo a responder às questões colocadas. Nesse processo era importante que planeassem diferentes etapas, desde a definição de uma amostra representativa até à análise de dados para obterem uma resposta às questões colocadas.

3.3 Explain. O teste de Ruffier-Dickson

Este curto momento da atividade consistiu na análise do significado dos índices do teste de Ruffier-Dickson: o índice de Ruffier (R) e o índice de Dickson (D), que estimam a adaptação do coração ao esforço e a sua capacidade de recuperação depois do esforço, respetivamente.

3.4 Explore 2. A realização do teste de Ruffier-Dickson

Neste momento, as estudantes iniciaram a recolha de dados. Para o cálculo dos índices de Ruffier e de Dickson, mediram a frequência cardíaca imediatamente após (P1) e passado um minuto (P2) da realização de agachamentos durante 45 segundos (situação A), polichinelos durante um minuto (situação B) e corrida de 60 metros em sprint (situação C) (Figura 2). A corrida foi realizada num corredor interior contíguo ao CreativeLab_Sci&Math®.



Situação A. Agachamentos.



Situação B. Polichinelos



Situação C. Corrida.

Figura 2 Realização de diferentes tipos de atividade física (agachamentos, polichinelos e corrida em sprint).

As estudantes preencheram um ficheiro Excel® com esses dados e calcularam os índices de Ruffier e de Dickson de acordo com as fórmulas respetivas (Figura 3). Estes índices também são conhecidos por teste de Ruffier-Dickson (Sartor et al., 2016).

$$R = \frac{P_0 + P_1 + P_2 - 200}{10}$$

$$D = \frac{P_1 - 70 + 2(P_2 - P_0)}{10}$$

Figura 3 Fórmulas para o cálculo dos índices de Ruffier (R) e de Dickson (D).

Comparando os valores obtidos com os valores indicados nas tabelas 1 e 2, conseguiram identificar o resultado de cada um dos índices.

Tabela 1- Resultados do índice de Ruffier (Domyos, s.d.)

Valor	Resultado
$R < 0$	Excelente adaptação do coração ao esforço
$0 < R < 5$	Boa adaptação do coração ao esforço
$5 < R < 10$	Média adaptação do coração ao esforço
$10 < R < 15$	Insuficiente adaptação do coração ao esforço
$R > 15$	Má adaptação do coração ao esforço

Tabela 2- Resultados do índice de Dickson (Domyos, s.d.)

Valor	Resultado
D < 0	Excelente capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
0 < D < 2	Muito boa capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
2 < D < 4	Boa capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
4 < D < 6	Média capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
6 < D < 8	Fraca capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
8 < D < 10	Muito fraca capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
D > 10	Péssima capacidade de recuperação do coração depois de um esforço

Cada um dos grupos juntou, ainda, aos dados recolhidos outras informações para cada uma das estudantes, como: idade, altura, IMC, fumador/não fumador e o tipo de atividade (sedentária, ligeira, moderada ou elevada). O ficheiro de dados contém três entradas diferentes para cada estudante porque cada um realizou três tipos de exercícios distintos (A, B e C - Figura 4). No software TinkerPlots® essa informação traduzia-se em três círculos por estudante (Figura 5).

Idade	Altura	IMC	Fumador(a)	Tipo de atividade	P0 Em repouso	P1 Com exercício	P2 Após exercício	Índice de Ruffier (R)	Análise de R	Índice de Dickson (D)	Análise de D	Situação
20	159	21	Não	Sedentária	84	90	65	4	Boa	-2	Excelente	A
20	163	20	Não	Sedentária	92	85	83	6	Média	-0,3	Excelente	A
19	156	21	Não	Sedentária	83	106	76	6,5	Média	2,2	Boa	A
20	159	21	Não	Sedentária	84	98	75	5,7	Média	1	Muito boa	B
20	163	20	Não	Sedentária	92	121	109	12,2	Insuficiente	8,5	muito fraca	B
19	156	21	Não	Sedentária	83	111	93	8,7	Média	6,1	Fraca	B
20	159	21	Não	Sedentária	84	110	83	7,7	Média	3,8	Boa	C
20	163	20	Não	Sedentária	92	107	98	9,7	Média	4,9	Média	C
19	156	21	Não	Sedentária	83	104	91	7,8	Média	5	Média	C
20	166	20	não	moderada	68	80	68	1,6	boa	1	muito boa	A
20	156	22,6	não	sedentária	106	140	116	16,2	má	9	muito fraca	A
20	161	21,6	sim	sedentária	88	92	88	6,8	média	2,2	boa	A
20	166	20	não	moderada	68	80	68	1,6	boa	1	muito boa	B
20	156	22,6	não	sedentária	106	104	114	12,4	insuficiente	5	média	B
20	161	21,6	sim	sedentária	88	136	92	11,6	insuficiente	7,4	fraca	B
20	166	20	não	moderada	68	146	73	8,7	média	8,6	muito fraca	C
20	156	22,6	não	sedentária	92	126	118	13,6	insuficiente	10,8	péssima	C
20	161	21,6	sim	sedentária	87	128	104	11,9	insuficiente	9,2	muito fraca	C
23	172	29,7	não	sedentária	88	108	99	9,5	Média	6	Média	A
22	156	24,7	não	sedentária	74	142	97	11,3	Insuficiente	11,8	Péssima	A
20	160	20,7	não	sedentária	82	117	82	8,1	Média	4,7	Média	A
23	172	29,7	não	sedentária	88	145	108	14,1	Insuficiente	11,5	Péssima	B
22	156	24,7	não	sedentária	74	143	108	12,5	Insuficiente	14,1	Péssima	B
20	160	20,7	não	sedentária	82	113	91	8,6	Média	6,1	Fraca	B
23	172	29,7	não	sedentária	88	148	101	13,7	Insuficiente	10,4	Péssima	C
22	156	24,7	não	sedentária	74	114	96	8,4	Média	8,8	Muito fraca	C
20	160	20,7	não	sedentária	82	120	93	9,5	Média	7,2	Fraca	C

Figura 4 Ficheiro em Excel® com todos os dados das estudantes.

3.5 Exchange. Partilha de dados do teste de Ruffier-Dicskon

Neste momento de partilha, as estudantes submeteram, na plataforma Moodle da UC de EP, os dados de cada um dos grupos num documento Excel®, que foram compilados num único documento e transferidos para um ficheiro de dados no software TinkerPlots®.

3.6 Explore 3. Diferentes tipos de exercício e o teste de Ruffier-Dickson

Este foi o momento da atividade em que cada um dos grupos realizou análises estatísticas dos resultados globais com o software TinkerPlots® (Figura 5).

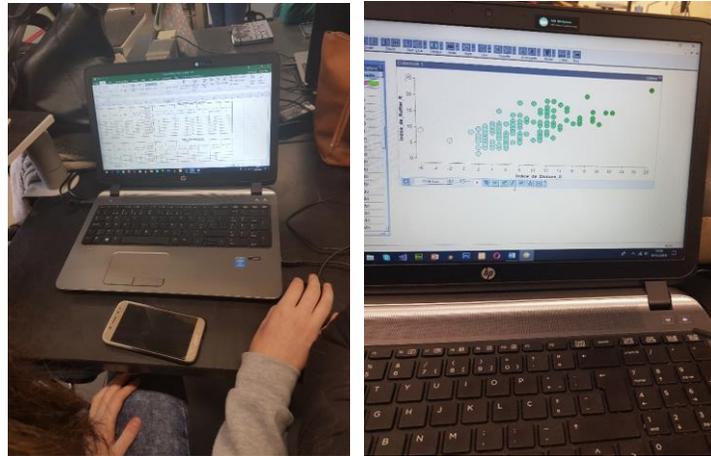


Figura 5 Realização de análise dinâmica de dados com o software TinkerPlots®

Inicialmente, as estudantes foram orientadas para compararem as três frequências cardíacas medidas antes (P0), imediatamente após (P1) e um minuto depois (P2) do exercício. Deviam concluir que, comparando com a frequência em repouso ($P0 \cong 84,4$ batimentos por minuto - bpm), a frequência imediatamente após o exercício (P1) tende a ser 30,89 bpm superior, em média, e a frequência após um minuto do exercício (P2) tende a ser 7,75 bpm superior, em média (Figura 6).

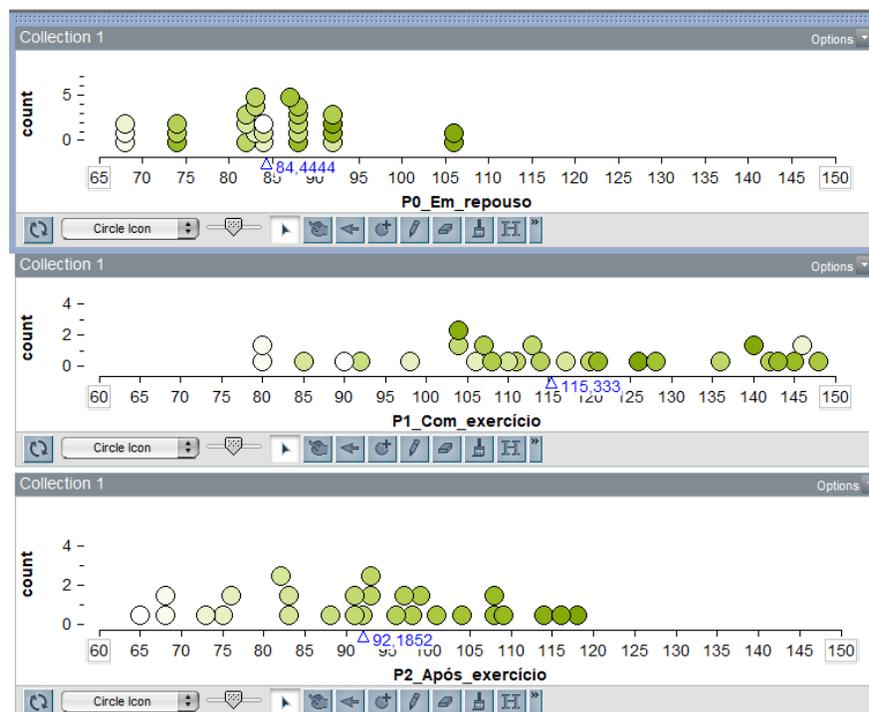


Figura 6 Comparação das três diferentes frequências cardíacas no software TinkerPlots®.

Posteriormente, as estudantes analisaram a influência do tipo de exercício no índice de Ruffier. De acordo com os dados da turma, o tipo de exercício parece influenciar a adaptação do coração ao esforço, sendo que os agachamentos (A; $R \text{ médio} \cong 7,76$) levam a uma melhor adaptação do coração ao esforço do que os polichinelos (B; $R \text{ médio} \cong 9,71$) e a corrida (C; $R \text{ médio} \cong 10,11$) (Figura 7). Estes resultados também foram alcançados por outros grupos de estudantes em aplicações anteriores da atividade (Autores, 2019b). Note-se que, quanto menor o valor de R, melhor é a adaptação do coração ao esforço, portanto, a turma, em geral, tem uma adaptação média do coração ao esforço ($5 < R \text{ médio} \cong 9,2 < 10$).

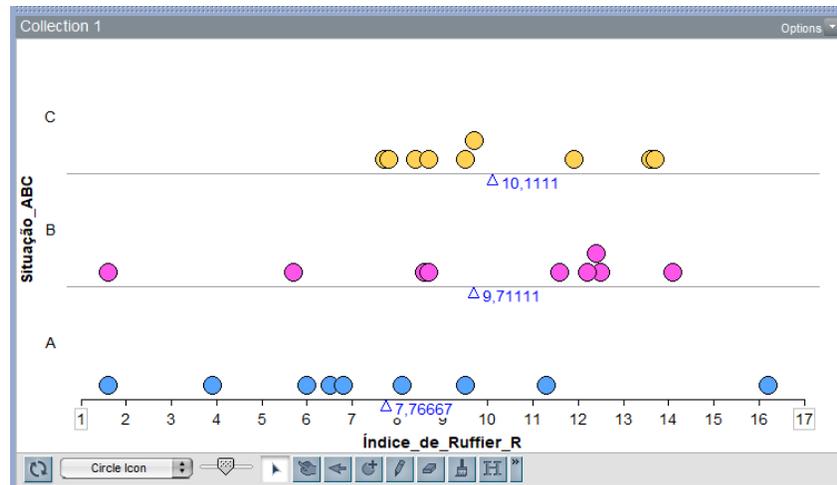


Figura 7 Análise da influência do tipo de exercício no índice de Ruffier no software TinkerPlots®.

De seguida, analisaram a influência do tipo de exercício no índice de Dickson. Nesse caso, o tipo de exercício parece influenciar a recuperação do coração depois de um esforço, sendo que os agachamentos (A; $D \text{ médio} \cong 3,86$) levam a uma melhor recuperação do coração ao esforço do que os polichinelos (B; $D \text{ médio} \cong 6,74$) e a corrida (C; $D \text{ médio} \cong 7,63$) (Figura 8). Como quanto maior o valor D, pior é a recuperação depois de um esforço, pode-se concluir que a turma, em geral, tem uma recuperação fraca do coração depois do esforço ($6 < D \text{ médio} \cong 6,08 < 8$).

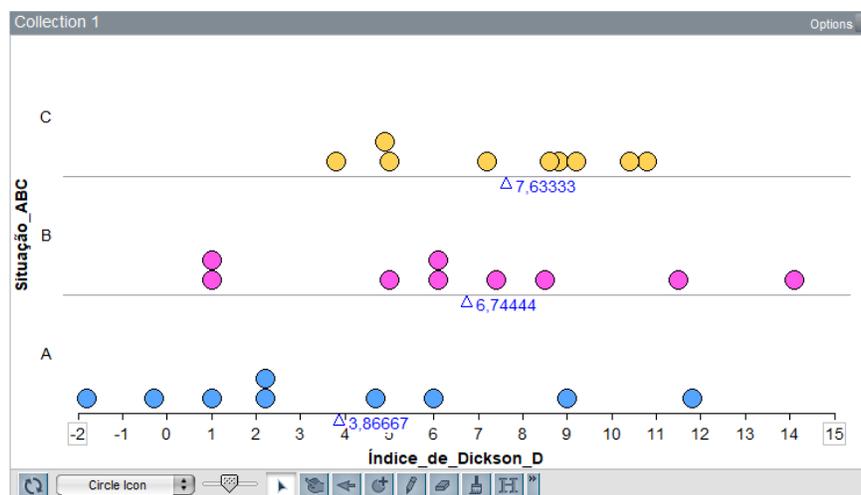


Figura 8 Análise da influência do tipo de exercício no índice de Dickson no software TinkerPlots®.

Nesta fase da atividade, as estudantes investigaram a relação entre os dois índices em estudo. A representação (Figura 9) mostra existir uma relação entre os dois índices, levando à conclusão de que quem tem melhor adaptação do coração ao esforço (R) tende a ter também uma melhor recuperação do coração depois de um esforço (D).

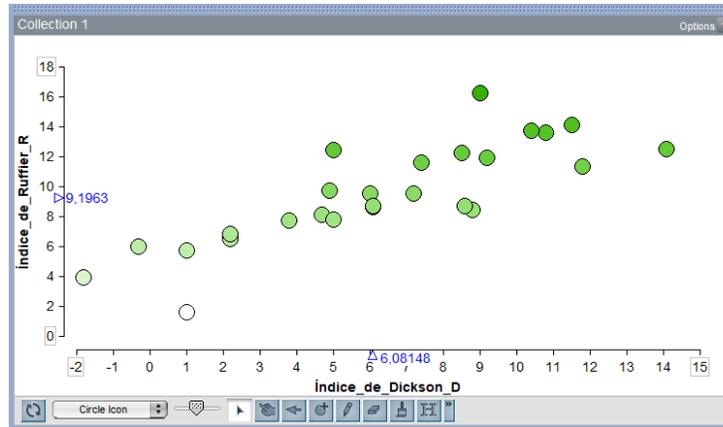
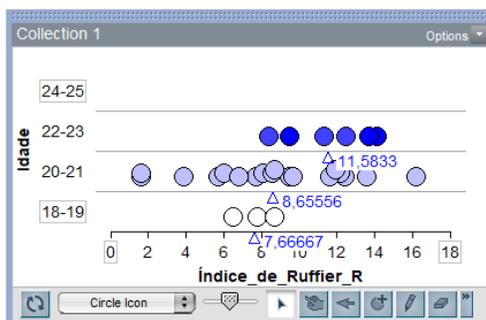


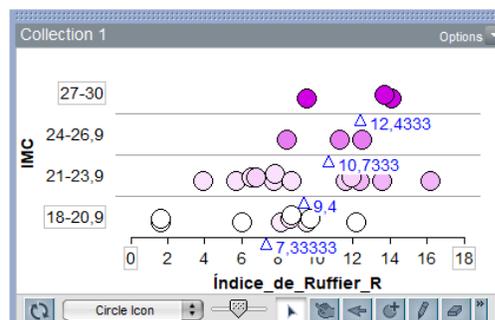
Figura 9 Diagrama de dispersão com os dois índices, de Ruffier e de Dickson no software TinkerPlots®.

Numa última fase da análise estatística dos dados da turma, as estudantes foram orientadas para investigar outras relações entre as suas características e os índices R e D. De seguida, são apresentadas as relações entre os dados, parecendo existir uma influência entre variáveis. Para esta amostra, o índice de Ruffier (R) parece estar relacionado ligeiramente com:

- a idade (pessoas com mais idade tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10a);
- o IMC (pessoas com maior IMC tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10b);
- com o facto de ser fumador (os fumadores tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10c);
- o tipo de atividade (pessoas menos ativas tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10d).



a)



b)



Figura 10 Representações com relações entre o índice de Ruffier e a idade (a), o IMC (b), o facto de ser ou não fumador (c) e o tipo de atividade (d) no software TinkerPlots®.

Quanto ao índice (D), e para esta amostra, parece relacionar-se ligeiramente com:

- a idade (pessoas mais jovens tendem a ter ligeiramente melhor recuperação do coração depois esforço) (Figura 11a);
- a característica de ser fumador (os não fumadores tendem a ter ligeiramente melhor recuperação do coração depois esforço) (Figura 11b);
- o tipo de atividade (pessoas mais ativas tendem a ter ligeiramente melhor recuperação do coração depois esforço) (Figura 11c).

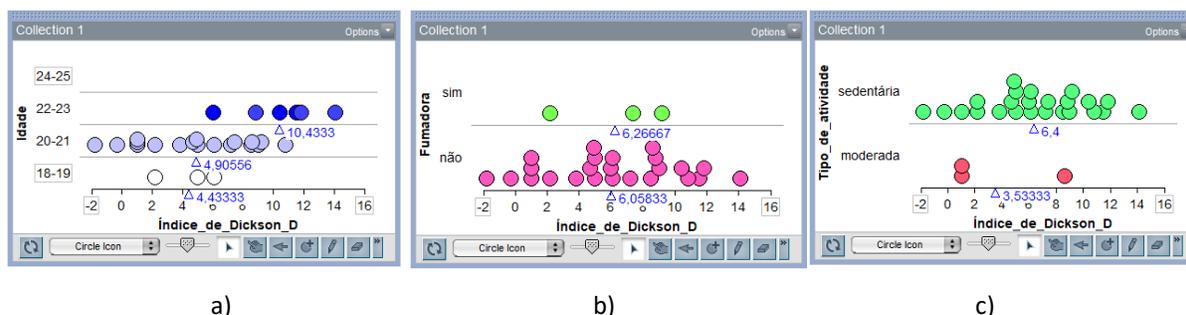


Figura 11 Representações com relações entre o índice de Dickson e a idade (a), o ser ou não fumadora (b) e o tipo de atividade (c) no software TinkerPlots®.

3.7 Evaluate. Comparação com estimativas, conclusão e preenchimento do questionário de avaliação da atividade

O momento “Evaluate” consistiu numa tarefa de comparação das previsões iniciais com os resultados finais. Realizaram, ainda, uma reflexão relativa às aprendizagens que obtiveram acerca da capacidade cardiovascular da turma. Este momento culminou ainda com o preenchimento individual das suas perceções sobre a atividade (grau de satisfação, aprendizagens e aspetos a melhorar), que se apresentam na secção 4.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Nesta secção apresenta-se uma análise das produções das estudantes nas diferentes tarefas da atividade, salientando-se as utilizações corretas e incorretas da informação estatística para formularem conclusões quanto à frequência cardíaca.

Nas previsões que os grupos fizeram quanto às variáveis que influenciam a frequência cardíaca, referiram que a frequência cardíaca pode ser influenciada pelo sistema nervoso (G1), stress (G3), ansiedade (G3), atividade física (G1, G2, G3), idade (G1, G2), peso (G2), altura (G2), sexo (G2), condição física (G2, G3), temperatura (G1), alimentação (G2, G3), consumo de cafeína (G1), consumo de álcool (G3), consumo de tabaco (G3), medicação (G3), doenças pré-existent (G1, G3) e em situações de perigo (G2, G3). Na comparação das três diferentes frequências cardíacas, todos os grupos compararam corretamente as frequências, utilizando a média de cada como meio de comparação.

Dois grupos (G1 e G2) concluíram que o tipo de exercício parece influenciar a adaptação do coração ao esforço (R) e a sua recuperação depois de um esforço (D), resultados semelhantes aos obtidos na aplicação desta atividade com outros grupos de estudantes (Cavadas & Santos, 2019). Apenas o G2 mencionou que os agachamentos estão associados a índices de Ruffier melhores do que os polichinelos e a corrida. O G1 referiu que, no caso dos agachamentos, a dispersão dos valores desse índice é maior, o que não está diretamente relacionado com melhores valores. Esses dois grupos concluíram ainda sobre o estado geral da turma no caso do índice de Ruffier, ainda que um grupo confunda o termo mediana com média: “Em relação à adaptação do coração ao esforço, a turma apresenta-se com uma adaptação mediana” (G1), focando-se apenas na moda dos valores deste índice. O G3 não identificou uma relação entre o índice de Ruffier e o tipo de exercício, com a argumentação de que os valores são muito dispersos:

O índice de Ruffier não depende do tipo de exercício realizado, mas sim da condição física de cada indivíduo. Através da análise do gráfico, podemos concluir que exceto no exercício C, os valores em A e B do índice de Ruffier encontram-se bastante dispersos, ou seja, no gráfico apresentado observamos resultados desde uma boa adaptação do coração ao esforço, até uma má adaptação do coração ao esforço. (G3)

No caso de índice de Dickson, o G3 adotou a mesma estratégia e não encontrou relação entre esse índice e o tipo de exercício. Já os outros dois grupos mencionaram que os agachamentos estão associados a índices de Dickson melhores do que os polichinelos e a corrida. Todos os grupos afirmaram que quem tem melhor adaptação do coração ao esforço (R) tende a ter uma melhor recuperação do coração depois de um esforço (D).

Relativamente às possíveis relações entre os índices e as características das estudantes, no total das 20 situações apresentadas, existem casos em que o grupo afirmou não existir relação entre duas variáveis, quando parece existir (seis situações no G1, cinco situações no G3), o grupo mencionou existir relação entre duas variáveis, quando esta parece não existir (duas situações no G3) e nos restantes casos o grupo chegou à conclusão correta (duas situações no G1, quatro situações no G2 e uma situação no G3). Relativamente à forma como justificaram a não existência de relações, os grupos tenderam a focar-se em parte dos dados: “Ao observarmos o gráfico do índice de Dickson e do IMC, verificamos que não existe relação entre eles, por exemplo, dois indivíduos com 21 de IMC, um tem -2 de índice de Dickson, e o outro tem 7” (G1).

Em termos de representações utilizadas no software TinkerPlots®, o programa está construído de modo a ser mais intuitiva a construção de gráficos de pontos ou diagramas de dispersão. No entanto, dois dos grupos (G1 e G3) tiveram a tendência de colocar os dados em intervalos, mesmo quando não era necessário, conveniente ou adequado. Por exemplo, um grupo (G1) elaborou gráficos de barras com os dados das três diferentes frequências cardíacas em

intervalos, representação pouco adequada, uma vez que dados em intervalos devem ser apresentados em histogramas (Figura 12).

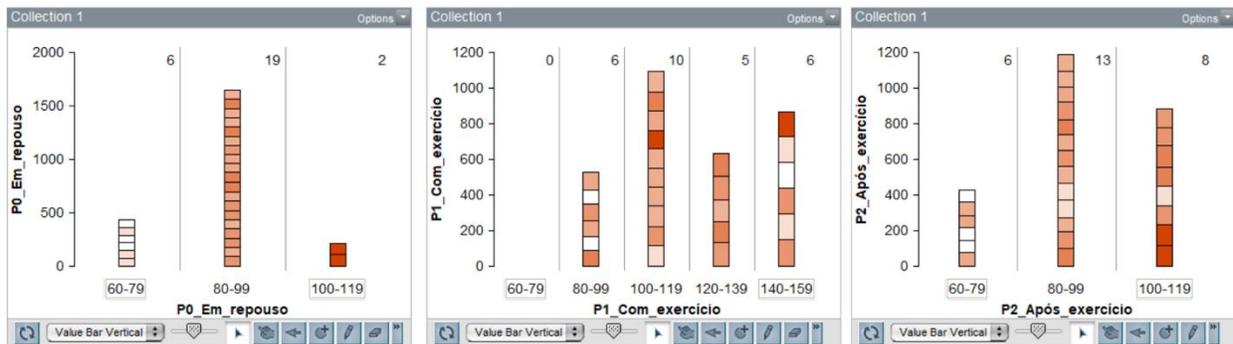


Figura 12 Exemplo de representações realizadas pelo grupo 2 software TinkerPlots®.

No que diz respeito ao estado da saúde cardiovascular da turma, um dos grupos (G1) não apresentou qualquer resposta, um grupo chegou a uma conclusão desadequada: “A maior parte da turma tem um índice de Ruffier e Dickson elevado, ou seja, uma elevada adaptação do coração ao esforço e uma elevada capacidade de recuperação depois de um esforço” (G2), e o outro grupo concluiu corretamente que “a turma apresenta uma capacidade cardiovascular baixa, muito devido ao nosso estilo de vida sedentário” (G3).

Relativamente ao questionário de avaliação que as estudantes preencheram no final da atividade, todas responderam que ficaram “satisfeitas” à questão “Como classifica o seu grau de satisfação em relação à atividade realizada?”. Quanto às suas aprendizagens, evidenciaram que ocorreu uma evolução dos conhecimentos quanto à análise de dados (A2), ao uso do programa TinkerPlots® (A3, A6), às variáveis que influenciam a frequência cardíaca (A1, A2) e ao teste de Ruffier-Dickson (A6). Para isso contribuiu o seu papel ativo (A4), o uso de dados reais (A4) e a integração das duas UC (A5, A6, A7). No que concerne aos aspetos a melhorar, apontaram a gestão de tempo (A2, A3, A5, A6, A7), os métodos de medição de frequência cardíaca (A4) e a inexatidão da recolha de dados (A1).

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

As percepções dos estudantes sobre a sua aprendizagem na atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” evidenciam alguns benefícios para os contextos da formação inicial de professores resultantes da integração das Ciências e da Matemática. Um aspeto fulcral da atividade foi o facto de colocar as estudantes com um papel ativo em todas as fases de uma investigação estatística, como preconizado por Santos (2014). Adicionalmente, o uso de dados reais, manipulados e interpretados em contexto, possibilitou às estudantes o desenvolvimento do seu raciocínio estatístico porque os conceitos que trabalharam tinham mais significado. Ainda, nesta atividade, os dados recolhidos foram transformados em gráficos para extrair informação estatística, um uso apropriado da Matemática em contextos de Ciência, de acordo Frykholm e Glasson (2005). No entanto, alguns grupos evidenciaram dificuldades em analisar o conjunto de dados como um todo, focando-se em valores específicos,

em vez de recorrerem a relações estatísticas, uma dificuldade que emergiu também em outros estudantes que aplicaram esta atividade (Cavadas & Santos, 2019).

Quanto às Ciências e ao nível do conhecimento científico, foi evidente que conseguiram caracterizar a variação da frequência cardíaca em repouso e em diferentes tipos de atividade física. Usando os dados recolhidos individualmente e os dados estatísticos coletivos, conseguiram determinar os índices de Ruffier e de Dickson, identificando a forma física individual e coletiva. Esta atividade teve também o benefício de fornecer informação útil para, em outras aulas de BHS, estudarem e compreenderem melhor o processo fisiológico que faz variar a frequência cardíaca com o tipo de exercício físico. Este exercício teve ainda a mais valia de, em alguns casos, alertar para uma má forma física associada a níveis acentuados de sedentarismo.

No que diz respeito ao trabalho dos professores de BHS e EP, esta e outras atividades fomentaram um espírito de colaboração entre docentes de Matemática e de Ciências com o intuito de contribuir para uma melhor formação dos futuros educadores e professores. A conceção da atividade foi demorada, mas os ciclos de investigação sobre a prática realizados em três anos letivos conduziram a melhorias significativas, quer quanto à sequência didática utilizada, quer quanto às tarefas. A implementação da atividade em *co-teaching* é, sem dúvida, um ponto forte porque permite o apoio mais rápido aos estudantes no caso do esclarecimento de dúvidas sobre as tarefas a realizar e o foco em aspetos mais específicos do conteúdo matemático ou das Ciências que poderiam passar despercebidos ao professor de apenas uma das áreas.

Como limitações refere-se o tempo e os recursos educativos digitais. É uma atividade demorada, cuja sequência didática necessita de pelo menos quatro horas para ser implementada. Sugere-se que os dados relativos a informações sobre cada estudante, como o IMC, idade, etc., possam ser recolhidos previamente, para aumentar o tempo disponível para a realização de outras tarefas. Embora o software TinkerPlots® seja uma ferramenta didática útil ao ensino da Estatística, há ainda as desvantagens de não ser de acesso livre nem estar traduzido para português. Ainda assim, no nosso caso, essas desvantagens não foram impeditivas nem dificultaram o trabalho das estudantes.

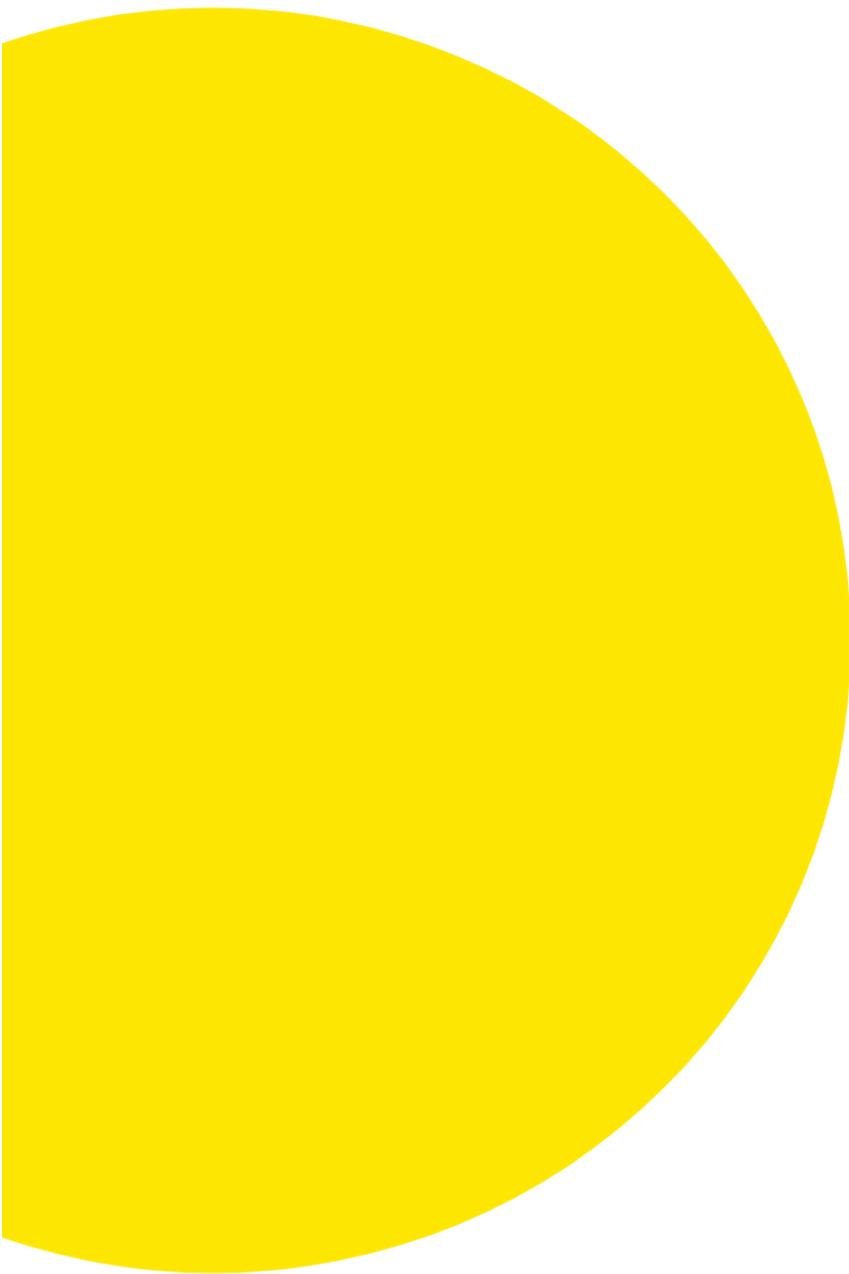
REFERÊNCIAS

- Ben-Zvi, D., Makar, K., Bakker, A., & Aridor, K. (2011). Children's emergent inferential reasoning about samples in an inquiry-based environment. In M. Pytlak, T. Rowland & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 745-754). ERME. http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/5/CERME_BenZvi-Makar-Bakker-Aridor.pdf
- Bybee, R.W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Personal reflections and contemporary implications. *Science & Children*, 51(8), 10-13. <http://www.sciepub.com/reference/287506>
- Bybee, R.W., J.A. Taylor, A. Gardner, P. Van Scotter, J. CarlsonPowell, A. Westbrook, and N. Landes. (2006). *BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. A report prepared for the Office of Science Education*, National Institutes of Health. BSCS. https://media.bsccs.org/bsccsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf
- Cavadas, B., & Santos, R. (2019). CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca – Relato de uma atividade interdisciplinar em ciências e matemática na formação inicial de professores. In C. Vasconcelos, R. A. Ferreira, C. Calheiros, A. Cardoso, B. Mota & T. Ribeiro (Eds.), *Livro de Resumos: XVIII ENEC | III ISSE. Educação em Ciências: cruzar caminhos, unir saberes* (pp. 157-158). U. Porto Edições.

- Cavadas, B., Correia, M., Mestrinho, N., & Santos, R. (2019). CreativeLab_Sci&Math | Work dynamics and pedagogical integration in science and mathematics. *Interacções*, 15(50), 6-22. <https://doi.org/10.25755/int.18786>
- Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho. *Diário da República*, 1.ª série, n.º 129, 6 de julho de 2018, pp. 2828-2943.
- Domyos (s.d.). *Como avaliar a saúde do seu coração*. <https://www.domyos.pt/conselhos/teste-como-avaliar-saude-do-seu-coracao-a-295240>
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education report: A preK-12 curriculum Framework*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/gaise/gaiseprek-12_full.pdf
- Friend, M., Cook, L., Hurley-Chamberlain, D., & Shamberger, C. (2010). Co-Teaching: An Illustration of the Complexity of Collaboration in Special Education. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 20(1), 9-27. <https://doi.org/10.1080/10474410903535380>
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: pedagogical context knowledge for teachers. *School, Science and Mathematics*, 105(3), 127-141. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18047.x>
- Galagovsky, L.R., Edelsztein, V.C. (2018). Obstáculos de aprendizaje en niños de 10-12 años sobre el tema sistema circulatorio humano: una propuesta teórica en base a evidencias. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(2), 283-299. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180020003>
- Greef, L. de, Post, G., Vink, C., & Wenting, L. (2017). *Design Interdisciplinary Education. A practical handbook for university teachers*. Amsterdam University Press.
- Kähkönen, A.L. (2016). *Models of inquiry and the irresistible 6E model*. <http://www.irresistible-project.eu/index.php/pt/blog-pt/168-models-of-inquiry-and-the-irresistible-6e-model>
- Koirala, H.P., & Bowman, J.K. (2003). Preparing Middle Level Preservice Teachers to integrate mathematics and science: Problems and possibilities. *School, Science and Mathematics*, 103(3), 145-154. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2003.tb18231.x>
- Konold, C. (2002). Teaching concepts rather than conventions. *New England Journal of Mathematics*, 34(2), 69-81. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_21
- Konold, C., & Miller, C.D. (2005). *TinkerPlots: Dynamic Data Explorations*. Key Curriculum Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_21
- Lagarto, C.R. (2011). *A aprendizagem do sistema circulatório humano no 6º ano de escolaridade do Ensino Básico* (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Educação e Comunicação, Universidade do Algarve, Faro. <http://hdl.handle.net/10400.1/2571>
- Meletiou-Mavrotheris, M.; Paparistodemou, E., & Stylianou, D. (2009). Enhancing statistics instruction in elementary schools: integrating technology in professional development. *The Mathematics Enthusiast*, 6(1), 57-77. <https://scholarworks.umt.edu/tme/vol6/iss1/6>
- Monteiro, C., Asseker, A., Carvalho, L., & Campos, T. (2010). Student teachers developing their knowledge about data handling using TinkerPlots. In C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics*, Ljubljana, Slovenia. International Statistical Institute. https://icots.info/icots/8/cd/pdfs/invited/ICOTS8_3B1_MONTEIRO.pdf
- Oguz-Unver, A., & Arabacioglu, S. (2014). A comparison of inquiry-based learning, problem-based learning and project-based learning in science education. *Academia Journal of Educational Research* 2(7), 120-128. <http://dx.doi.org/10.15413/ajer.2014.0129>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A, Jong, T. de, Riesen, S.A.N. van, Kamp, E.T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Ponte, J.P. (2004). Investigar a nossa própria prática: Uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. In E. Castro & E. Torre (Eds.), *Investigación en educación matemática* (pp. 61-84). Coruña:

Universidade da Coruña. Republicado em 2008, PNA - *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 2(4), 153-180. <http://hdl.handle.net/10481/4372>

- Ponte, J.P., & Serrazina, L. (2003). Professores e formadores investigam a sua própria prática: O papel da colaboração. *Zetetiké*, 11(20), 1-32. <https://doi.org/10.20396/zet.v11i20.8646956>
- Prodromou, T. (2011). Students' emerging inferential reasoning about samples and sampling. In Clark, J., Kissane, B., Musley, J., Spencer, T. & Thornton, S. (Eds.). *Proceedings of the 34th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 640–648). MERGA34. https://www2.merga.net.au/documents/RP_PRODROMOU_MERGA34-AAMT.pdf
- Rahayu, N.N., Antika, R.N., & Nizkon, N. (2019). Module Based on 5e learning cycle to train critical thinking in circulatory system concept. *Journal of Biology Education*, 8(2), 177-184. <https://doi.org/10.15294/jbe.v8i2.30165>
- Reis, P., & Marques, A.R. (2016). *Investigação e inovação responsáveis em sala de aula. Módulos de ensino IRRESISTIBLE*. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/25812>
- Roldão, M.C. (2002). *Os professores e a gestão do currículo. Perspectivas e práticas em análise*. Porto Editora.
- Roldão, M.C. (2005). *Formação e práticas de gestão curricular. Crenças e equívocos*. ASA Editores.
- Santos, R., Ponte, J.P. (2014). Ensino e aprendizagem de investigações estatísticas: dois estudos de caso com futuras professoras. *Quadrante*, 23(2), 47-68. <http://hdl.handle.net/10451/22630>
- Sartor, F., Bonato, M., Papini, G., Bosio, A., Mohammed, R. A., Bonomi, A-G., Moore, J. P. ... Kukis, H-P. (2016). A 45-second self-test for cardiorespiratory fitness: Heart rate-based estimation in healthy individuals. *PLoS One*, 11(12): e0168154. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168154>
- Watson, J., Beswick, K., Brown, N., Callingham, R., Muir, T. & Wright, S. (2011). *Digging into Australian Data with TinkerPlots*. Objective Learning Materials.



**ARTICULAÇÃO ENTRE
INVESTIGAÇÃO & PRÁTICAS
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA**

S3

—

**ARTICULATION BETWEEN
RESEARCH AND PRACTICES IN
SCIENCE, MATHEMATICS, AND
TECHNOLOGY EDUCATION**

S3

Nesta secção serão apresentados ensaios por autores convidados, nos quais procurar-se-á articular práticas e inovações educativas com a investigação em duas fases: 1) resenha sobre o tema, 2) "diálogo" entre os autores.

In this section will be presented essays by invited authors that articulate educational practices and innovations with research in two phases: 1) subject review; 2) "dialogue" between the authors.

En esta sección se presentarán ensayos de autores invitados, que articularán las prácticas e innovaciones educativas con la investigación en dos fases: 1) revisión del tema; 2) "diálogo" entre los autores.

S3

Articulação entre Investigação &
Práticas em Educação em Ciências,
Matemática e Tecnologia - **fase 1**

Articulation between Research and
Practices in Science, Mathematics, and
Technology Education - **phase 1**

INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO E A FORMAÇÃO DO PROFESSOR: COMPROMISSOS PARA O DESENVOLVIMENTO INCLUSIVO E SUSTENTÁVEL

RESEARCH IN EDUCATION AND TEACHER TRAINING: COMMITMENTS FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT

INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DE DOCENTES: COMPROMISOS PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE

Frederico Alan de Oliveira Cruz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
frederico@ufrj.br

RESUMO | O mundo atual está imerso em um cenário com inúmeros problemas que somente poderão ser revertidos por cidadãos conscientes que compreendam os desafios existentes e saibam como superá-los. Sendo assim, para que isso ocorra é necessário uma educação que seja inclusiva e transformadora, que atenda às necessidades dos indivíduos independentemente das suas características. O entendimento da importância de estabelecer uma educação com essa visão não é nova, como se verifica nos inúmeros documentos oficiais produzidos pelos organismos internacionais ao longo dos anos. Para tornar essa realidade possível na Educação de Ciências, Matemática e Tecnologia, neste trabalho serão apresentadas cinco propostas de ações que buscam melhorar a investigação, a formação de professores e as práticas docentes, indicando os possíveis impactos que podem ser produzidos na forma de pensar e fazer uma educação que seja efetivamente inclusiva em todos os níveis de instrução.

PALAVRAS-CHAVE: Educação inclusiva, Formação de professores, Investigação em educação, Práticas docentes.

ABSTRACT | The current world is immersed in a scenario with numerous problems which can only be reversed by conscious citizens who understand the existing challenges and know how to overcome them. Therefore, for this to realize, an inclusive and transformative education is necessary to understand the need of individuals regardless of their characteristics. The understanding of the importance of establishing an inclusive education is not new, given the countless official documents produced by international organizations over the years. Looking for making this reality possible in Science Education, Mathematics and Technologies, this work will present five proposals for actions that seek to improve research, teacher training and teaching practices, indicating the possible impacts that can be produced in the way of thinking and providing education that is effectively inclusive at all levels of instruction.

KEYWORDS: Inclusive education, Teacher training, Educational research, Teaching practices.

RESUMEN | El mundo actual se encuentra inmerso en un escenario con numerosos problemas que solo pueden ser revertidos por ciudadanos conscientes que comprendan los desafíos existentes y sepan superarlos. Por tanto, para que esto suceda es necesaria una educación inclusiva y transformadora que satisfaga las necesidades de las personas independientemente de sus características. La comprensión de la importancia de establecer una educación inclusiva no es nueva, dados los innumerables documentos oficiales producidos por organismos internacionales a lo largo de los años. Para hacer posible esta realidad en la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnologías, en este trabajo se presentarán cinco propuestas de acciones que buscan mejorar la investigación, la formación y las prácticas docentes, indicando los posibles impactos que se pueden producir en la forma de pensar y proporcionar una educación que sea efectivamente inclusiva en todos los niveles de instrucción.

PALABRAS CLAVE: Educación inclusiva, Formación docente, Investigación educativa, Prácticas docentes.

1. INTRODUÇÃO

O mundo atual está imerso num cenário com inúmeros problemas como a falta de acesso global à tecnologia, desinformação (ou pouca compreensão sobre a veracidade de uma informação), epidemias, guerras, pobreza e escassez de energia, água, saneamento básico e alimentos em muitos locais. Neste momento, as possibilidades de uma catástrofe global que poderá afetar a forma como viveremos nos próximos anos são cada vez maiores e a necessidade de mudança é urgente. No entanto, para que as sociedades possam aspirar um futuro mais promissor é fundamental que os cidadãos estejam aptos a atuar de forma proativa para resolver as demandas presentes e aquelas que porventura serão impostas.

Para que ocorra uma mudança que permita a atuação responsável das pessoas, essas devem ser preparadas para exercer a sua cidadania em plenitude e isso somente será possível se as escolas cumprirem com sua função social. Pode parecer excessivo imputar às escolas a responsabilidade do futuro da humanidade; todavia são elas, junto com as famílias, as responsáveis por nortear o comportamento e atingir as comunidades do entorno. No documentário *Waiting for a Superman*¹ (2010), que discute o problema da educação pública nos Estados Unidos, essa relação é trazida pelo narrador quando este diz: “os problemas dos bairros podem ser atribuídos ao fracasso das escolas” (tradução livre do autor). A frase pode parecer um tanto ofensiva contra as escolas, afinal muitos são os problemas associados que contribuem para que a educação não atinja seus objetivos – falta de infraestrutura (Barrett et al., 2019), violência (Monteiro & Arruda, 2011) e falta de transporte para os estudantes (Mhiliwa, 2015) – e pode ter sido utilizada apenas para dar dramaticidade à narrativa. No entanto, é sabido que em realidades nas quais existem condições favoráveis o modelo de ensino oferecido aos estudantes parece não atender as especificidades para que a aprendizagem seja transformadora do indivíduo e muito menos capaz de gerar frutos que impactem positivamente os futuros cidadãos (Cappelletti, 2015).

Sabe-se que o fato de as escolas não estarem aptas para serem um local de transformação está muito associado às políticas públicas dos governos e, concomitantemente, também são reflexo direto de como os professores compreendem o ato de ensinar para uma formação cidadã. É notório que em diferentes realidades os professores sofrem com salários que não correspondem às suas necessidades de vida (Lourencetti, 2014; Lauwerier & Akkari, 2015; Garcia & Weiss, 2019) e que são sobrecarregados com elementos burocráticos excessivos (Sadowska & Kamińska, 2010; Parlar & Cansoy, 2017), mas existe um fato inegável que está associado à prática docente: a repetição de métodos arcaicos aprendidos durante a sua formação e que conseqüentemente impactam na aprendizagem dos estudantes.

As universidades, grandes responsáveis pela formação de professores em todo mundo, por sua vez, não têm como primazia pensar em como melhorar a qualidade da educação; pensa-se majoritariamente em produzir trabalhos para periódicos com alto fator de impacto e nas patentes. Os financiamentos para investigação, os planos de estudos e as bolsas de apoio acadêmico, sejam de licenciatura ao doutoramento, visam, na maioria das vezes, atender os “grandes” projetos que trarão o *status* dentro dos *rankings* criados para classificar as melhores universidades do mundo. Esse viés com caráter puramente econômico, desconectado da realidade da maioria da população, precisa ser mudado, mas para que isso aconteça é fundamental compreender onde estamos situados e para onde queremos ir.

¹ Dirigido por Davis Guggenheim.

2. REVISÃO DA LITERATURA

É fato que existe uma busca para que em alguns anos cada pessoa possa viver com dignidade dentro de uma realidade em que exista respeito às diferenças e que seja possível viver em harmonia com a natureza. Essas premissas estão dispostas na Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU, 1948) em consonância com a atual visão de respeito e preservação do meio ambiente. A questão é que para que isso aconteça, a educação deve atender as pessoas dentro das suas especificidades, isto é, ocorrer mesmo quando os indivíduos se encontram em condição desfavorável aquela considerada ideal.

Essa ação traduz uma ideia de que a educação deve ter um caráter inclusivo, ou seja, que atenda às necessidades dos indivíduos independentemente das suas características. O entendimento da necessidade de estabelecer uma educação que seja inclusiva não é nova, os documentos oficiais gerados nos encontros como as Conferências Internacionais de Educação de Adultos, realizadas a partir de 1949 (Melo & Silva, 2017), e a Conferência Mundial sobre Educação para Todos (1990), como também a Declaração de Salamanca (ONU, 1994) já demonstravam o desejo de que as escolas fossem um local para fornecer as bases para uma educação mais ampla.

O século XXI começou com a necessidade de buscar a erradicação da pobreza extrema e, conseqüentemente, da fome, a partir de oito metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2000, denominadas de “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio”. Esse documento, assinado por mais de 190 países, foi construído visto que “a situação da maior parte dos seres humanos não era satisfatória, pois muitos sofriam de fome e pobreza e poucos tinham acesso à educação e serviços de saúde e de saneamento básico” (Borges, 2018, p. 6), ficando estabelecido entre eles que é necessário “oferecer educação básica de qualidade para todos” (ODM Brasil, 2015) para que os objetivos sejam alcançados.

Em 2015, após pressão de vários organismos internacionais e de vários cientistas pelo mundo, foi estabelecida na ONU uma nova agenda global, em que o desenvolvimento econômico deve estar associado a uma responsabilidade ambiental. É nesse cenário que surge a “Agenda 2030” denominada “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS), contendo dezessete itens que buscam encontrar o equilíbrio em três dimensões: “a econômica, a social e a ambiental” (ONU, 2015). O tema “educação” aparece na ODS 4 que descreve a necessidade de “assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (ONU, 2015) em que podem ser destacados os seguintes pontos:

4.4 Até 2030, aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilidades relevantes, inclusive competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho decente e empreendedorismo;

4.5 Até 2030, eliminar as disparidades de gênero na educação e garantir a igualdade de acesso a todos os níveis de educação e formação profissional para os mais vulneráveis, incluindo as pessoas com deficiência, povos indígenas e as crianças em situação de vulnerabilidade;

4.6 Até 2030, garantir que todos os jovens e uma substancial proporção dos adultos, homens e mulheres estejam alfabetizados e tenham adquirido o conhecimento básico de matemática;

4.7c Até 2030, substancialmente aumentar o contingente de professores qualificados, inclusive por meio da cooperação internacional para a formação de professores, nos países em desenvolvimento, especialmente os países menos desenvolvidos e pequenos Estados insulares em desenvolvimento. (*Ibidem*)

Para que os objetivos descritos sejam alcançados é fundamental que, em função dos desafios dos tempos modernos, os professores, em atuação e aqueles em formação, compreendam a realidade na qual estão inseridos e o seu papel mais reflexivo em relação às ações exercidas por eles.

2.1 O “gargalo” da formação do professor

A desconexão do professor em relação à realidade atual pode ser percebida com uma ação rígida baseada com o uso quase “bíblico” dos manuais escolares. Essa prática, que não se adapta ao longo dos anos, começa muito antes de ele exercer a docência. Dionísio (2001, p. 84) identificou essa situação ao descrever três perfis diferentes de estudantes durante a fase inicial de docência:

Aluno-professor, ou seja, aquele graduando que já ensina ou já ensinou e que tem o livro didático como instrumento único de orientação metodológica [...]

Aluno-pesquisador, ou seja, aquele graduando com vasta experiência em pesquisa científica, como Iniciação Científica, hábil em realizar comunicações em congressos e similares, mas sem a menor noção de como se portar como professor [...]

Aluno-aluno, ou seja, aquele graduando que não tem experiência de ensino nem de pesquisa. Espera pela disciplina de Prática de Ensino como a grande inspiradora para a sua formação como professor [...]

No caso dos cursos de ciências exatas e da natureza, por exemplo, esse comportamento é estimulado por uma cultura da existência de “livros mágicos”, que parecem possuir toda a informação necessária para a aprendizagem dos conteúdos de maneira correta. Isso ocorre devido a uma ação pouco reflexiva das práticas pedagógicas dos professores, que muitas vezes desconsideram a necessidade de um processo investigativo para ensinar e que apenas saber o conteúdo que será ministrado já é suficiente.

Essa realidade está associada às políticas de formação dos profissionais nas universidades, sejam eles investigadores em primeira opção, que poderão lecionar no ensino superior, ou aqueles interessados inicialmente em lecionar na educação básica, mas que podem se tornar investigadores, que são estimulados a exercer uma ação burocrática da docência e sem qualquer compromisso com o educando. Fica evidente a falta de um projeto que vise a melhoria da qualidade da educação, uma vez que o professor não compreende o seu papel e não se vê como elemento necessário para produzir impacto positivo na construção de uma sociedade mais justa.

2.2 Compreendendo o atual cenário estudantil e as limitações para o ensino inclusivo

A situação ganha contornos mais dramáticos quando se percebe o aumento de estudantes com necessidade educativas especiais (NEE) nas escolas, nomeadamente regulares, ao longo dos últimos anos, em contraste a uma falta significativa de professores preparados para esta nova realidade e também de materiais didáticos que contribuam com o processo de ensino-

aprendizagem. No Brasil e em Portugal, apesar de realidades tão distintas, houve um aumento de matrículas de indivíduos com NEE, entre os anos de 2013 e 2018 (figura 1), a uma taxa de aproximadamente 7% ao ano em ambos os países (DGEEC 2020, INEP 2020). Se esta tendência permanecer inalterada o Brasil poderá ter próximo a 2,7 milhões estudantes com NEE efetivamente matriculados e Portugal 190 mil em 2030, provavelmente sem muitos avanços em relação ao atual modelo educacional.

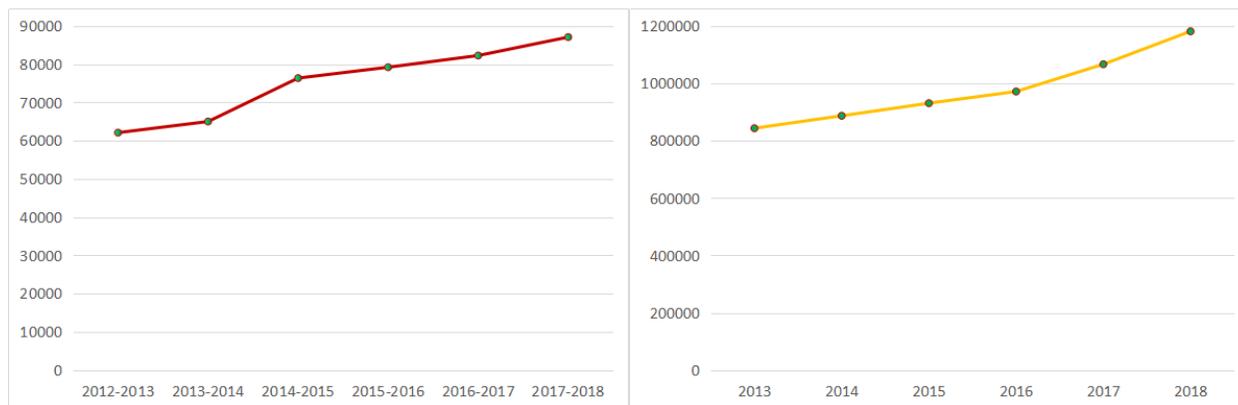


Figura 1 Número de estudantes (eixo vertical) com NEE em Portugal (imagem à esquerda) e no Brasil (imagem à direita) para diferentes anos letivos (eixo horizontal) (DGEEC, 2020; INEP, 2020).

É natural que o senso comum nos leve a imaginar que os alunos com NEE não consigam ascender ao ensino superior ao final da sua formação básica dadas as inúmeras barreiras que se deparam nesse percurso. No entanto, esta percepção é equivocada: considerando os anos letivos do Brasil, entre 2010 e 2018, e de Portugal, entre 2011-2012 e 2019-2020, observa-se um crescimento anual próximo de 10% de indivíduos com NEE nas instituições de ensino superior em ambos países. Caso essa tendência seja mantida, no período de 2029-2030 mais de seis mil estudantes com NEE estarão presentes nas universidades portuguesas, representando quase 2% dos inscritos neste nível de formação e no Brasil, em 2030, serão quase 145 mil estudantes (Correia, 2017; Sallit, 2019; DGEEC, 2020).

Além disso, atualmente, outro desafio a ser enfrentado pelos professores é a existência de pelo menos duas gerações diferentes de estudantes presentes nas escolas que aprendem de forma distinta das anteriores (Geração Z e Geração α)², que necessitam de novas estratégias e materiais de ensino para que possam desenvolver suas habilidades e competências. Toda essa realidade evidencia a necessidade urgente de mudanças nas investigações e nas práticas docentes para que todos os estudantes sejam formados dentro dos aspectos já mencionados, respeitando suas necessidades e diferenças.

² A primeira é referente aos indivíduos nascidos entre 1996 e 2010, que preferem aprender com “vídeo (curtos), fotos e jogos”, e a segunda são aqueles nascidos após 2010, com raciocínio não-linear e dificuldade em se concentrar (DDG, 2019).

3. PROPOSTA DE AGENDA DE AÇÕES

Os problemas mencionados ganham contornos ainda maiores quando voltamos nosso olhar para o Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, pois sabe-se do elevado grau de dificuldade existente no ensino e aprendizagem destes temas nos diversos níveis de instrução. Sendo assim, visando atingir os objetivos de uma educação inclusiva, com o professor mais crítico e reflexivo sendo responsável pela formação dos estudantes aptos a compreender os desafios impostos e o fortalecimento da investigação nas áreas citadas, as seguintes ações são urgentes:

- **Adequação dos planos de estudos dos cursos universitários** – Os cursos, independentemente da área, devem possuir uma ou mais unidades curriculares com o objetivo de discutir a realidade social da localidade (cidade e país) na qual a universidade está inserida. Esta ação visa sensibilizar todos os estudantes (cidadãos) a compreenderem os problemas do seu entorno e assim construir ações conjuntas, que sejam interdisciplinares, para a busca de soluções;
- **Obrigatoriedade de recursos institucionais** – A investigação e produção de recursos educativos para o ensino, independentemente do nível de formação, possuem um custo que em muitos casos são elevados e necessitam de muitas pessoas envolvidas. Sendo assim, é fundamental que exista uma reserva de recursos financeiros para apoiar os projetos em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, incluindo bolsas *Young Science* para incentivar os estudantes a prosseguirem nessa área, visando aumentar e qualificar as investigações e os materiais desenvolvidos;
- **Incentivo à criação e manutenção de grupos de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia** – Os recursos para pensar os problemas da educação, desenvolver materiais e realizar investigações para promover o ensino inclusivo são necessários, mas também é preciso o trabalho de investigadores envolvidos com o tema. Dessa forma, torna-se profícuo a criação e manutenção de grupos com esse caráter dentro das universidades ou centros de investigação;
- **Criação e estabelecimento de formação contínua em recursos didáticos inclusivos** – O uso de materiais pelos professores muitas vezes ocorre pelo desconhecimento das potencialidades destas ferramentas, visando corrigir esta distorção os grupos de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia ficariam responsáveis pela criação de cursos e eventos voltados aos professores da educação básica, aspirando melhorar a prática e também aproximar as universidades e as escolas;
- **Incentivo à formação inicial de professores – investigadores** – O desenvolvimento de estratégias e práticas de ensino voltados para a inclusão é criada a partir do contacto dos estudantes universitários com o tema da inclusão. Isso pode ser estimulado com a criação de estágios obrigatórios em escolas de referência no tema e no incentivo à produção de materiais didáticos inclusivos nas teses e dissertações nas áreas de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

É importante ressaltar que as ações propostas não devem ser percebidas como obrigações ou imposições, mas sim como necessidades que devem ser supridas e que produzirão impactos positivos em diversos níveis.

4. DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES

O primeiro ponto apresentado na secção anterior tem como objetivo central possibilitar um olhar diferenciado para a resolução de problemas e abrir um canal de interação entre as diversas áreas de saber das universidades pelo reconhecimento das realidades nas quais os estudantes estão inseridos. Vamos fazer um exercício de abstração e imaginar um estudante ingressante no curso de Sistema da Informação que tenha interesse em *cloud computing* apenas para uso de dados distribuídos da área comercial. Isso não é um problema, mas se forem apresentadas questões sobre os desafios na educação ele pode ter interesse no tema e buscar o desenvolvimento de repositórios para recursos pedagógicos inclusivos com o uso da mesma tecnologia.

A questão sobre os investimentos ganha importância nesta discussão pois o custo para a produção de recursos educacionais pode variar em função do objetivo e da finalidade educativa que ele se propõe. O uso de comunicação alternativa aumentativa (CAA) pode utilizar materiais de baixo-custo (*low-cost*) sem recursos tecnológicos (Dias et al., 2018), mas também pode necessitar de elementos que requerem aquisições de materiais eletrônicos (Souza et al., 2018) que podem ou não possuir valores elevados para criar objetos educacionais. Dentro dessa realidade, a criação de um fundo com investimentos ou orçamentos exclusivos para a investigação e desenvolvimento de recursos educativos produzirá conseqüentemente um maior aporte de propostas, como também aumentará o interesse de estudantes pelas investigações desta área devido o aumento de bolsas disponíveis.

No que tange ao estabelecimento dos grupos de investigação, em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, o papel crucial é o de propiciar aos investigadores dessas áreas a possibilidade de desenvolver seu trabalho de forma conjunta e assim aumentar o número de propostas e materiais educativos inclusivos produzidos. Além disso, é possível que comecem a germinar, pela necessidade de recursos humanos, a criação de programas de mestrado e doutoramento voltados mais especificamente para a temática da inclusão nessas áreas.

Já os cursos de formação contínua produzirão em um primeiro momento a mudança em alguns professores na sua atuação em sala de aula. Em muitos casos, as investigações realizadas nas universidades ficam muito distantes da realidade escolar e esse contacto poderá favorecer a utilização de recursos baseados em tecnologias digitais de informação e comunicação, de jogos educativos, e de metodologias construída nas diversas áreas criando uma relação de proximidade entre as universidades e os professores. Esse processo torna possível, em um segundo momento, o retorno desses profissionais na busca por cursos de mestrado e doutoramento para ampliar o leque de conhecimentos e assim aumentar a investigação nas áreas já mencionadas.

Além de todos os aspetos já discutidos, a realização dos estágios obrigatórios em instituições de ensino especializadas na inclusão de estudantes com NEE produzirá impacto formativo direto nos futuros profissionais, podendo levar à uma postura mais reflexiva que culminará no desenvolvimento ou adaptação de materiais educacionais que favoreçam a aprendizagem de todos os estudantes. Esse processo mostrará a necessidade de respeitar um método científico e as características associadas ao que está a ser criado (Cruz et al., 2018), sensibilizando os futuros professores à necessidade de pensar materiais inclusivos de forma séria e não apenas como pequenas adaptações que podem ser realizadas sem critérios.

REFERÊNCIAS

- Barrett, P., Treves, A., Shmis, T., Ambasz, D., & Ustinova, M. (2019). *The Impact of School Infrastructure on Learning: A Synthesis of the Evidence*. World Bank Group.
- Borges, I. C. (2018). *Estudo Temático: Uma análise do Alcance das Metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio na Região Metropolitana de Campinas*. <https://is.gd/3i07aJ>
- Cappelletti, I. F. (2015). Os conflitos na relação avaliação e qualidade da educação. *Educar em Revista, Especial(1)*, 93-107.
- Correia, A. C. R. (2017). *Ensino Superior Acessível e Inclusivo para uma Vida Independente: os estudantes com paralisia cerebral – Projeto nº413/2017*. Federação de Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral. <https://is.gd/cSSqS>
- Cruz, F. A. O., Barbosa-Lima, M. C., Santos, A. M., Nicot, Y. E., & Carvalho, P. S. (2018). *A criação de materiais para o ensino de ciências na realidade inclusiva: princípios e fundamentação*. Trabalho apresentado no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF 2018) SBF.
- Dias, A. C. L., Souza, G. F. R., & Cruz, F. A. O. (2018). Comunicação alternativa no ensino de física: uma proposta de abordagem de eletricidade. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 13, 15-23.
- DDG. (2019). *As gerações e suas formas de aprender*. <https://is.gd/ye5Zcx>
- DGEEC. (2020). *Inquérito às Necessidades Especiais de Educação no Ensino Superior*. <https://is.gd/GXVShh>
- INEP. (2020). *Sinopses Estatísticas da Educação Básica*. Brasília. <https://is.gd/5v9Iz1>
- Dionísio, A. P. (2001, outubro). *Livros didáticos de Português formam professores?* Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação (CBQE 2011), MEC.
- Garcia, E. & Weiss, E. (2019). *Low Relative Pay and High Incidence of Moonlighting Play a Role in the Teacher Shortage, Particularly in High-Poverty Schools*. Economic Policy Institute. Washington, DC. <https://is.gd/RMspSF>
- Lauwerier, T. & Akkari, A. (2015). *Les Enseignants et la qualité de l'éducation de base en Afrique subsaharienne*. Unesco. <https://is.gd/eEdsaV>
- Lourencetti, G. S. (2014). A baixa remuneração dos professores: algumas repercussões no cotidiano da sala de aula. *Revista de Educação Pública*, 23(52), 13-32.
- Melo, R. S. M. & Silva, F. A. O. R. (2017). Caminhos a Hamburgo: efeitos do movimento CONFINTEA V no Brasil nas lutas pelo direito de jovens e adultos à educação. *Crítica Educativa*, 3(3), 132-145.
- Mhiliwa, J. A. (2015). *The effects of school location on learner's academic performance: a case of community secondary schools in Makambako Town Council, Njombe*. [The Open University of Tanzania, Dar es Salaam].
- Monteiro, V. B. & Arruda, E. F. (2011, novembro). *O impacto da violência urbana nos indicadores de evasão escolar na região metropolitana de Fortaleza*. Trabalho apresentado na Conferência do Desenvolvimento (CODE, 2011), CODE.
- ODM Brasil. (2015). *Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio*. Brasil. <https://is.gd/yillqi>
- Parlar, H. & Cansoy, R. (2017). The Effect of Bureaucratic School Structure on Teacher Leadership Culture: A Mixed Study. *Journal of Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(6), 2175–2201.
- Sadowska M. & Kamińska A. (2010, agosto). *Problems in teaching physics in primary and secondary school, as seen by young Polish she-teachers*. Trabalho apresentado na International Conference Teaching and Learning Physics Today: Challenges? Benefits? (GIREP-ICPE-MPTL 2010), GIREP.
- Sallit, M. (2019). *As maiores representatividades de pessoas com deficiência nas universidades do Brasil*. <https://is.gd/ARS4nf>
- Souza, G. R. F., Santana, B. A., & Machado, B. C. (2018, novembro). *Vocalizador baseado na plataforma arduino para usuários da comunicação alternativa e ampliada*. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Educação Especial (CBEE 2018), Galoá.

FAMILIES AS RESOURCES FOR THE LEARNING AND TEACHING OF MATHEMATICS

FAMÍLIAS COMO RECURSOS PARA A APRENDIZAGEM E O ENSINO DA MATEMÁTICA

LAS FAMILIAS COMO RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Marta Civil

The University of Arizona, USA
civil@math.arizona.edu

ABSTRACT | In this paper I discuss the importance of school staff (teachers and administrators) and families engaging in authentic dialogues about mathematics education, as an avenue towards an inclusive, equitable, and quality education. This is particularly important in communities that are largely minoritized, such as immigrant origin communities. Drawing on almost thirty years of working with families of Mexican origin in the Southwest of the United States, I present strategies that promote mathematical conversations between home and school. At the center of this work is the concept of parents as intellectual resources, which emphasizes parents' (families') experiences with and knowledge of mathematics as assets towards the teaching and learning of mathematics in schools. Focusing on the voices of immigrant parents, I discuss issues related to perceptions about mathematics education, valorization of knowledge, and language and mathematics. These issues are central to supporting the participation of all students in the mathematics classroom.

KEYWORDS: Equity, Funds of knowledge, Immigrant communities, Mathematics education, Parental engagement.

RESUMO | Neste artigo, discuto a importância de envolver a equipa diretora da escola, os professores e famílias em autênticos diálogos sobre educação matemática, como um caminho para uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade. Isto é particularmente importante em comunidades minoritárias, como as de origem imigrante. Baseado em quase 30 anos de trabalho com famílias de origem mexicana no sul dos Estados Unidos, apresento estratégias que promovem conversas matemáticas entre a casa e a escola. No centro deste trabalho se situa o conceito de "pais como recursos intelectuais", que enfatiza as experiências dos pais (das famílias) e o conhecimento das matemáticas como valores para o ensino e a aprendizagem das matemáticas nas escolas. Focando nas vozes de pais imigrantes, discuto questões relativas às perceções sobre a educação matemática, a avaliação do conhecimento, e as relações entre língua e matemática. Estas questões são centrais para apoiar a participação de todos os estudantes na aula de matemática.

PALAVRAS-CHAVE: Equidade, Fontes de conhecimento, Comunidades de imigrantes, Educação matemática, Envolvimento dos pais.

RESUMEN | En este artículo discuto la importancia de implicar al equipo directivo, de profesores y de familias de la escuela en autênticos diálogos sobre educación matemática, como un camino hacia una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Esto es particularmente importante en comunidades minoritarias, tales como aquellas de origen inmigrante. Basándome en casi treinta años de trabajo con familias de origen mexicano en el sur de los Estados Unidos, presento estrategias que promueven conversaciones matemáticas entre la casa y la escuela. En el centro de este trabajo se sitúa el concepto de "padres como recursos intelectuales", que enfatiza las experiencias de los padres (de las familias) y el conocimiento de las matemáticas como valores para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las escuelas. Focalizando en las voces de padres inmigrantes, discuto cuestiones relativas a las percepciones sobre la educación matemática, la valoración del conocimiento, y las relaciones entre lengua y matemáticas. Estas cuestiones son centrales para apoyar la participación de todos los estudiantes en el aula de matemáticas.

PALABRAS CLAVE: Equidad, Fondos de conocimiento, Comunidades de inmigrantes, Educación matemática, Implicación de los padres.

1. INTRODUCTION

This paper is motivated by a deep interest in developing an inclusive and equitable quality mathematics education for all students. In particular, the focus of my research is in working-class communities of Mexican origin in the Southwest of the United States. I have spent close to thirty years working with students and their families noticing the richness of their mathematical thinking and the diverse experiences that they bring from their everyday life that could be relevant to mathematics teaching and learning. In what follows I present a research agenda grounded on the concept of developing an authentic dialogue about mathematics teaching and learning between home and school. I argue that by working with parents / families as partners we can move towards a more inclusive mathematics education where all voices are listened to and valued. (In what follows I use the term “parents” to refer to adult members in the role of children’s caregivers).

In Education 2030-Incheon Declaration (2015), we read “Participation must begin with the involvement of families and communities to boost transparency and to guarantee good governance in the education administration” (p. 58). In this paper I illustrate what following this principle can look like in the area of mathematics education. At the basis of my work is the idea of parents as leaders and advocates for their children’s education. Parents are their children’s first teachers and play a key role in the transmission of their cultural values. This is particularly relevant to note when working with children who may not come from the “mainstream” culture dominant in the school. This may be the case with children of immigrant or refugee origin, as well as other minoritized groups (e.g., in the U.S., Indigenous, Black, Latinx students). Like everybody else, parents bring their own perceptions about what mathematics teaching and learning should look like. When these perceptions do not match the school’s perceptions, tensions may arise and children may be caught in the middle. While these tensions could be dismissed as typical generational tensions (e.g., “when I went to school, math wasn’t taught this way”), I argue that when minoritized groups are involved, the situation is different as often their knowledge and experiences are dismissed, contributing to a feeling of not fitting in and having to conform to mainstream cultural rules. As Suárez-Orozco and Suárez-Orozco (2001) write, “immigrant parents walk a tightrope; they encourage their children to develop the competencies necessary to function in the new culture, all the while maintaining the traditions and (in many cases) language of home” (p. 89). The work I present here offers an avenue to navigate this tightrope, at least when it comes to the teaching and learning of mathematics, and hopefully the lessons learned can apply to other areas.

2. SETTING THE CONTEXT

In this section I present an overview of the key concepts and relevant literature that support the research agenda in this paper. In the first part I describe the theoretical framework on which my research is grounded. In the second part I provide some key findings from research with parents and mathematics education in different international contexts.

2.1 Funds of Knowledge

When I arrived to Tucson, Arizona, about thirty years ago, I became involved in the project “funds of knowledge for teaching.” At the basis for this project is the rejection of a deficit view on minoritized communities. Instead the work is grounded on the concept of funds of knowledge, a term coined by Vélez-Ibañez and Greenberg (1992), “our position is that public schools often ignore the strategic and cultural resources, which we have termed funds of knowledge, that households contain” (p. 313). Norma González, Luis Moll and other colleagues further elaborated and applied this concept to the “funds of knowledge for teaching project” aimed at improving the educational opportunities of Mexican-origin communities in Tucson, Arizona (e.g., González, et al., 2005). Their work has since then been applied and expanded across the world (e.g., in Spain, the work of Esteban-Guitart and colleagues with funds of identity, Jovés, et al., 2015). Some central ideas from this work that are relevant to the research agenda I present here are the importance of building relationships with the communities involved, and in particular the concept of *confianza* (trust), and the richness of experiences and knowledge that all households have, which provide “cultural and cognitive resources with great potential utility for classroom instruction” (Moll et al., 1992, p. 134). An example of these ideas in mathematics is the case of a seamstress I analyzed in González et al. (2001). In that analysis we see evidence of the seamstress’ sound understanding of measurement and geometric concepts (e.g., the circle as a locus of points equidistant from a given point). Bringing in the seamstress’ expertise to a classroom context would not only validate a knowledge that is often not acknowledged (Harris, 1997), but also provide for a contextualized experience for students to engage in explorations of mathematics.

The ethnographic work with community members such as the seamstress led us to the development of workshops with parents (mostly mothers) who expressed an interest in learning more about the mathematics that their children were learning in school. This work led to another theoretical construct that informs the work presented here, namely the concept of parents as intellectual resources (Civil & Andrade, 2003). While at the heart of the funds of knowledge work was learning from the community / families, as we started working with parents in these mathematical workshops, we saw the importance of establishing authentic dialogue between parents and researchers about mathematics. That is, our workshops were not designed to be sites of transmission of mathematical knowledge from the “expert” to the “learner”, but instead, we were all learners together. We were guided by the idea of learning as participation (Rogoff, 1994). For example, as the mothers engaged us in an exploration of the mathematics in “Papel Picado” (a Mexican craft), they became the leaders of the activity as they were the experts (Civil & Andrade, 2003). As Civil and Andrade (2003) write, “In looking at home-school partnerships, there seemed to us to be urgency for parents to be intellectually engaged, especially mothers in language minority and working-class communities” (pp. 155-156). This work led us to challenge approaches to parental involvement, particularly in schools in minoritized communities, where parents are often viewed from a deficit perspective and expected to conform to the school’s expectations (Baquedano-López, et al., 2013; Fennimore, 2017; Jiménez-Castellanos, et al., 2016). Instead, the concept of parents as intellectual resources views parents as contributors of knowledge who are true partners in their children’s learning of mathematics. In the next section I provide some key findings from the literature on minoritized parents’ views of mathematics in

several contexts. Listening to and understanding parents' views of mathematics teaching and learning is fundamental to the idea of parents as intellectual resources since it is through this dialogue that we can develop the research agenda I present later in this paper.

2.2 Immigrant Parents' views on mathematics education

In this section I focus on research with parents of immigrant origin and mathematics education in different countries. While some of the findings are likely to apply to parents from other minoritized contexts (not necessarily of immigrant origin), my work (and thus the research agenda I present in this paper) centers on parents of immigrant origin. This means that they often need to navigate not only different approaches to the teaching and learning of mathematics, but also different schooling arrangements. For example, Civil (2011) describes a debriefing with a group of mothers after a visit to a mathematics class in a middle school (ages 11-14). Through this visit they noticed a fundamental difference between the classroom arrangement in Mexico (their country of origin) and the U.S. In Mexico's classrooms, the students remain in the classroom and the teachers are the ones who move from classroom to classroom. In the U.S. middle and high school setting, the students are the ones who change classrooms. This led to a rich discussion on teaching implications. Civil (2012) presents an overview of key research findings with immigrant parents in the domain of mathematics teaching and learning in different countries. In general these research studies point to some concerns among immigrant parents' experiences with and expectation for their children's school mathematics. Usually these concerns are about their children's school not putting enough emphasis on for example the memorization of multiplication facts, the level being less "advanced" than in their country of origin, and the differences between parents' ways of doing mathematics or how mathematics was taught in their country of origin and the approaches in their children's current school (e.g., in the United Kingdom, Abreu & Cline, 2005; O'Toole & Abreu, 2005; in the United States, Civil & Planas, 2010; Colegrove & Krause, 2017; Quintos et al., 2019; in Japan, Takeuchi, 2018; in Spain and the United States, Civil et al., 2005). Drawing on this body of research with immigrant parents and mathematics education across different parts of the world, some themes emerge (e.g., parents' perceptions of mathematics teaching and learning; valorization of knowledge; language and mathematics) that guide the research agenda presented in the next section.

3. A RESEARCH AGENDA

In what follows I outline a research agenda that in broad terms addresses the following question: how can learning with and from parents about their knowledge and uses of mathematics inform the teaching and learning of school children? In particular, the focus is on parents from minoritized communities. I propose three main research activities that I have used in my work but I also point to areas that need further development:

- 1) Learning from parents' / families' uses of everyday mathematics. This can be done through the ethnographic home visits that are the center of the funds of knowledge for teaching project (González et al., 2005) but can also happen through what we have termed occupational interviews (Civil, 2016; Civil & Andrade, 2002). This latter activity could be further developed and provide valuable insight towards developing mathematics

curriculum materials that reflect the knowledge of the community (an example of this is the work of Jerry Lipka and colleagues with the development of mathematics materials building on the Yup'ik elders' knowledge, Lipka et al., 2005).

- 2) Learning with parents / families in mathematics workshops, also called *tertulias* (get-togethers; Quintos et al., 2019). These workshops are intended to be spaces for dialogue. It is through these dialogues that we learn about each other's valorization of knowledge (Abreu, 1995), that is what counts as doing mathematics? What do we think mathematics teaching and learning should look like? We also learn about the role of language and how language policy may affect parental engagement in their children's school mathematics (Acosta-Iriqui et al., 2011). Another powerful aspect is the idea of parents as facilitators of mathematics workshops for the community at large, as this emphasizes the notion of parents as intellectual resources. This approach underscores power issues that should be further investigated (Civil & Bernier, 2006).
- 3) Parents conducting classroom visits. This activity provides a common experience for researchers, teachers and parents to engage in a conversation centered on a mathematics class. It is another window into each other's perceptions of mathematics teaching and learning. We have developed a process for these visits (Civil & Menéndez, 2012; Civil & Quintos, 2009). However, most of our conversations have only involved the parents and the researchers. The teachers need to be part of these conversations.

4. DISCUSSION AND IMPLICATIONS

Implementing the research agenda outlined in the previous section in different contexts across the world would allow us to learn more about the role that families (and parents in particular) play in children's mathematics learning. Learning how parents use mathematics in their everyday life and how they may engage their children in mathematical activities could support teachers' teaching of school mathematics. As I argue in Civil (2016), in addition to looking at the everyday uses of mathematics, an aspect that could have strong implications for equity is to gain an understanding of the nature of children's engagement in home/ community practices that may be mathematically rich. Children from different backgrounds may bring cultural ways of participation that are different from what schools expect. In particular, an analysis of how children engage in everyday practices with their parents and other family members could contribute to the study of collaboration developed by Rogoff and colleagues (Alcalá et al., 2018; Rogoff et al., 2017). In their work in the United States, these researchers have noted that children of Mexican Indigenous heritage engaged in what they describe as fluid ways of collaboration (they term it "sophisticated collaboration") which has clear implications as they can be an asset towards productive team work. In our current work we have seen some indication of what we call "collaborative interpretation" (Salazar & Civil, 2020) as the mothers engage in joint problem-solving. Exploring this idea further through the lens of sophisticated collaboration, as children engage in collaborative problem solving could serve to highlight the strengths in collaboration that some minoritized children may bring from their home environments.

Another important implication from this work centers on how to build on the information about parents' perceptions on the teaching and learning of mathematics gained through the

different research activities outlined earlier. As argued in this paper, we need to develop a true dialogue between parents and teachers (school and community) where the different views that we may all bring to mathematics teaching and learning come to the surface so that potential sources of tension can be addressed. Parents and teachers engaging together in mathematical explorations can serve as a setting for different approaches to doing mathematics to emerge. Power issues need to be taken into account, as depending on the nature of the tasks, teachers may be positioned as the more knowledgeable. Choosing tasks that build on the parents' funds of knowledge can position them as having a unique expertise (Civil, et al., 2019). Other researchers are using the context of mathematics workshops for families to develop teachers' understanding of families' experiences, in particular refugee families (e.g., the work Karsli-Calamak, et al., 2020, in Turkey with Syrian refugees).

In closing I finish with the words of one of the mothers with whom we worked, as she captures the importance of teachers and parents coming together as a family, when she says, "we are all equal. If you feel that you are equal to them [teachers], it's very important for all. Because we are all a family... If we break those barriers, you'll see, I think everything will work better."

REFERENCES

- Abreu, G. de (1995). Understanding how children experience the relationship between home and school mathematics. *Mind, Culture, and Activity*, 2(2), 119–142. <https://doi.org/10.1080/10749039509524693>
- Abreu, G. de, & Cline, T. (2005). Parents' representations of their children's mathematics learning in multiethnic primary schools. *British Educational Research Journal*, 31, 697-722. <https://doi.org/10.1080/01411920500314869>
- Acosta-Irqui, J., Civil, M., Díez-Palomar, J. Marshall, M., & Quintos-Alonso, B. (2011). Conversations around mathematics education with Latino parents in two Borderland communities: The influence of two contrasting language policies. In K. Téllez, J. Moschkovich, & M. Civil (Eds.), *Latinos/as and mathematics education: Research on learning and teaching in classrooms and communities* (pp. 125-147). Information Age Publishing.
- Alcalá, L., Rogoff, B., López Fraire, A. (2018). Sophisticated collaboration is common among Mexican-heritage US children, *PNAS*, 115(45), 11377-11384. <https://doi.org/10.1073/pnas.1805707115>
- Baquedano-López, P., Alexander, R. A., & Hernandez, S. J. (2013). Equity Issues in Parental and Community Involvement in Schools: What Teacher Educators Need to Know. *Review of Research in Education*, 37, 149-182. <https://doi.org/10.3102/0091732X12459718>
- Civil, M. (2011). Lessons learned from the Center for the Mathematics Education of Latinos/as: Implications for research with non-dominant, marginalized communities. In J. Clark, B. Kissane, J. Mousley, T. Spencer, & S. Thornton (Eds.), *Mathematics: Traditions and [new] practices—Proceedings of the 34th annual conference of the Mathematics Education Research Group (MERGA) and of the 23rd biennial conference of the Australian Association of Mathematics Teachers (AAMT)* (pp. 11-24). Alice Springs, Australia.
- Civil, M. (2012). Mathematics teaching and learning of immigrant students: An overview of the research field across multiple settings. In O. Skovsmose & B. Greer (Eds.), *Opening the cage: Critique and politics of mathematics education* (pp. 127-142). Sense Publishers.
- Civil, M. (2016). STEM learning research through a funds of knowledge lens. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 41-59. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9648-2>

- Civil, M., & Andrade, R. (2002). Transitions between home and school mathematics: Rays of hope amidst the passing clouds. In G. de Abreu, A. J. Bishop, & N. C. Presmeg (Eds.), *Transitions between contexts of mathematical practices* (pp. 149-169). Springer.
- Civil, M., & Andrade, R. (2003). Collaborative practice with parents: The role of the researcher as mediator. In A. Peter-Koop, V. Santos-Wagner, C. Breen, & A. Begg (Eds.), *Collaboration in teacher education: Examples from the context of mathematics education* (pp. 153-168). Springer.
- Civil, M., & Bernier, E. (2006). Exploring images of parental participation in mathematics education: Challenges and possibilities. *Mathematical Thinking and Learning*, 8(3), 309-330. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0803_6
- Civil, M. & Menéndez, J. M. (2012). "Parents and children come together": Latino and Latina parents speak up about mathematics teaching and learning. In S. Celedón-Pattichis & N. Ramirez (Eds.), *Beyond good teaching: Advancing mathematics education for ELLs* (pp. 127-138). National Council of Teachers of Mathematics.
- Civil, M., & Planas, N. (2010). Latino/a immigrant parents' voices in mathematics education. In E. Grigorenko & R. Takanishi (Eds.), *Immigration, diversity, and education* (pp. 130-150). Routledge.
- Civil, M., Planas, N., & Quintos, B. (2005). Immigrant parents' perspectives on their children's mathematics. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(2), 81-89. <https://doi.org/10.1007/BF02655717>
- Civil, M., & Quintos, B. (2009). Latina mothers' perceptions about the teaching and learning of mathematics: Implications for parental participation. In B. Greer, S. Mukhopadhyay, S. Nelson-Barber, & A. Powell (Eds.), *Culturally responsive mathematics education* (pp. 321-343). Routledge.
- Civil, M., Stoehr, K. J., & Salazar, F. (2020). Learning with and from immigrant mothers: Implications for adult numeracy. *ZDM Mathematics Education*, 52(3), 489-500. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01076-2>
- Colegrove Sánchez-Suzuki, K. & Krause, G. H. (2017): "Lo hacen tan complicado": Bridging the perspectives and expectations of mathematics instruction of Latino immigrant parents, *Bilingual Research Journal*, 40(2), 187-204. <https://doi.org/10.1080/15235882.2017.1310679>
- Fennimore, B. S. (2017). Permission Not Required: The Power of Parents to Disrupt Educational Hypocrisy. *Review of Research in Education*, 41, 159–181. <https://doi.org/10.3102/0091732X16687974>
- González, N., Andrade, R., Civil, M., & Moll, L.C. (2001). Bridging funds of distributed knowledge: Creating zones of practices in mathematics. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 6, 115-132. https://doi.org/10.1207/S15327671ESPR0601-2_7
- González, N., Moll, L. C., & Amanti, C. (Eds.). (2005). *Funds of knowledge: Theorizing practices in households, communities, and classrooms*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Harris, M. (1997). *Common threads: Women, mathematics and work*. Trentham Books
- Jiménez-Castellanos, O., Ochoa, A. M., & Olivos, E. M. (2016). Operationalizing transformative parent engagement in Latino School Communities: A case study. *Journal of Latino/Latin American Studies*, 8(1), 93–107. <https://doi.org/10.18085/1549-9502-8.1.93>
- Jovés, P., Siqués, C., & Esteban-Guitart, M. (2015). The Incorporation of Funds of Knowledge and Funds of Identity of Students and their Families into Educational Practice. A Case Study from Catalonia, Spain. *Teaching and Teacher Education*, 49, 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.03.001>
- Karsli-Calamak, E., Tuna, M. E., & Alleksaht-Snyder, M. (2020). Transformation of teachers' understandings of refugee families' engagement: Multilingual family mathematics spaces. *International Journal of Early Years Education*, 28(2), 189-205. <https://doi.org/10.1080/09669760.2020.1765093>
- Lipka, J., Hogan, M. P., Webster Parker, J., Yanez, E., Adams, B., Clark, S., & Lacy, D. (2005). Math in a cultural context: Two case studies of a successful culturally based math project. *Anthropology and Education Quarterly*, 36(4), 367-385. <https://doi.org/10.1525/aeq.2005.36.4.367>

- Moll, L. C., Amanti, C., Neff, D., & González, N. (1992). Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms. *Theory Into Practice*, 31(2), 132-141. <https://doi.org/10.1080/00405849209543534>
- O'Toole, S., & Abreu, G. de. (2005). Parents' past experiences as a mediational tool for understanding their child's current mathematical learning. *European Journal of Psychology of Education*, 20(1), 75-89. <https://doi.org/10.1007/BF03173212>
- Quintos, B., Civil, M., & Bratton, J. (2019). Promoting change through a formative intervention: Contradictions in mathematics education parental engagement. *Mind, Culture, and Activity*, 26(2), 171-186. <https://doi.org/10.1080/10749039.2019.1602656>
- Rogoff, B. (1994). Developing understanding of the idea of communities of learners. *Mind, Culture, and Activity*, 1(4), 209-229. <http://dx.doi.org/10.1080/10749039409524673>
- Rogoff, B., Coppens, A. D., Alcalá, L., Aceves-Azuara, I., Ruvalcaba, O., López, A., & Dayton, A. (2017). Noticing Learners' Strengths Through Cultural Research. *Perspectives on Psychological Science*, 12(5), 876-888. <https://doi.org/10.1177/1745691617718355>.
- Salazar, F., & Civil, M. (2020, July, postponed). *Mexican American Women Talking About Graphs: A Focus on Their Lived Experiences*. To be presented at the Topic Study Group 52, Ethnomathematics and Mathematics Education, 14th International Congress on Mathematical Education, Shanghai, China.
- Suárez-Orozco, C., & Suárez-Orozco, M. (2001). *Children of immigration*. Harvard University Press.
- Takeuchi, M. A. (2018). Power and identity in immigrant parents' involvement in early years mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics*, 97(1), 39-53. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9781-4>
- UNESCO (2016). *Education 2030 Incheon declaration and framework for action for the implementation of sustainable development goal 4: Ensure inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all*.
- Vélez-Ibáñez, C. G., & Greenberg, J. B. (1992). Formation and transformation of funds of knowledge among U.S.-Mexican households. *Anthropology and Education Quarterly*, 23(4), 313-335. <https://www.jstor.org/stable/3195869>

S3

Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia - **fase 2**

Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education - **phase 2**

**CONHECIMENTO POPULAR E COMUNIDADE ESCOLAR: ELEMENTOS
FUNDAMENTAIS PARA UM ENSINO INCLUSIVO**

POPULAR KNOWLEDGE AND SCHOOL COMMUNITY: FUNDAMENTAL ELEMENTS FOR INCLUSIVE
EDUCATION

CONOCIMIENTO POPULAR Y COMUNIDAD ESCOLAR: ELEMENTOS FUNDAMENTALES PARA LA
EDUCACIÓN INCLUSIVA

Frederico Alan de Oliveira Cruz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
frederico@ufrj.br

RESUMO | As investigações em ensino podem contribuir de diversas formas para as ações docentes, contudo é fundamental que as escolas e as suas comunidades participem desse processo para que possamos articular investigações e práticas educacionais inclusivas. Trago, portanto, uma reflexão sobre a abordagem da Prof.^a Marta Civil, Ph.D. em Ensino de Matemática sobre a contribuição dos conhecimentos populares da comunidade escolar para o fortalecimento dessa discussão.

ABSTRACT | Teaching research can contribute in different ways to teaching actions, however it is essential that schools and their communities participate in this process so that we can articulate inclusive educational research and practices. Therefore, I bring a reflection on the approach of Prof. Marta Civil, Ph.D. in Teaching Mathematics on the contribution of popular knowledge from the school community to the strengthening of this discuss.

RESUMEN | La investigación docente puede contribuir de diferentes maneras a las acciones docentes, sin embargo, es fundamental que las escuelas y sus comunidades participen en este proceso para que podamos articular investigaciones y prácticas educativas inclusivas. Por ello, traigo una reflexión sobre el enfoque de la Prof. Marta Civil, Doctora en Enseñanza de las Matemáticas sobre la contribución del conocimiento popular desde la comunidad escolar al fortalecimiento de esta discusión.

1. ARTICULAR A INVESTIGAÇÃO E AS PRÁTICAS EDUCATIVAS DA AGENDA DA EDUCAÇÃO SM&T

A busca por uma educação inclusiva e de qualidade, quase sempre, tem como cerne da discussão a necessidade de melhorar a formação de professores e o nível da investigação realizada dentro das instituições de ensino superior, ideia essa que discuto no trabalho “Investigação em educação e a formação do professor: compromissos para o desenvolvimento inclusivo e sustentável”. Em contrapartida a professora Marta Civil, Ph.D. em Educação Matemática, nos leva a perceber, no artigo “*Families as resources for the learning and teaching of mathematics*”, a importância da educação não ser construída somente no meio acadêmico em um ambiente formal, e sim ser desenvolvida juntamente com a comunidade escolar a partir de seus conhecimentos por serem os principais alvos desse processo.

O leitor mais desavisado poderá pensar que as universidades são as únicas detentoras do conhecimento e que em torno das escolas existem seres vazios necessitando redenção. No entanto D’Ambrósio (2018, p. 22) nos mostra que o conhecimento popular possui elementos próprios e que precisam ser levados em conta no processo educativo:

O cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à sua cultura.

Esse pensamento é corroborado por Santos (2008) ao afirmar que a dificuldade na aprendizagem de matemática está associada “em parte pela dificuldade de compreensão da lógica presente em cada conhecimento matemático e em parte pela falta de identificação com o conhecimento” (*ibidem*, p. 6) e que:

[...] o Ensino de Matemática além de seu caráter “universal”, deve estar, identificado com as raízes sócio-culturais dos educandos. Nesse sentido aspectos como relações raciais, de gênero e condições sócio-econômica-culturais, por exemplo, assumem dimensões importantes no desenvolvimento do processo de ensino/aprendizagem [...] (*ibidem*, p. 8)

Nas reflexões trazidas pela Prof.^a Civil, além da importância de dar voz ao conhecimento popular, o engajamento familiar é considerado fundamental no processo educativo das crianças. Portanto a escola deve ser um espaço colaborativo de construção do conhecimento, com responsabilidades compartilhadas, no qual deixe de existir o cenário citado por Saraiva e Wagner (2013, p. 767) em que:

[...] o discurso da escola parece ser sempre o de chamar a atenção dos pais para que deixem seus filhos crescer, mas não há proposição de estratégias que possam informá-los no intuito de ajudá-los a entender os procedimentos e processos escolares [...] e, também, a saberem como podem ajudar seus filhos em casa, minimizando suas ansiedades.

Esses relatos apenas reforçam a necessidade de mudança do processo formativo dos professores que atuarão dentro das instituições de ensino básico, permitindo a compreensão de todos os elementos que podem contribuir para a educação dos estudantes de forma equitativa, inclusiva e de qualidade. Além disso, transparece que para se fazer uma investigação em ensino que seja efetiva e colaborativa é necessário compreender a realidade do local estudo, isto é, torna-se fundamental que o investigador (professor universitário) e também os professores das

escolas (investigadores locais) aprendam a ouvir os anseios daqueles que buscam as escolas: os estudantes e as famílias.

REFERÊNCIAS

- Civil, M. (2020). Families as resources for the learning and teaching of mathematics. *APEduc Revista / APeduc Journal*, 1(2), 186-193.
- D'Ambrósio, U. (2018). *Etnomatemática – elo entre as tradições e a modernidade*. Autêntica.
- Saraiva, L. A.; Wagner, A. (2013). A Relação Família-Escola sob a ótica de Professores e Pais de crianças que frequentam o Ensino Fundamental. *Ensaio*, 21(81), 739-772.
- Santos, C. J. (2008). Jogos Africanos e a Educação Matemática: Semeando com a Família Mancala. Governo do Estado do Paraná. <https://is.gd/UJHFcD>



Section 3: Articulation between Research & Practice in Science, Mathematics and Technology Education (phase 2)

Secção 3: Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia (fase 2)

**TEACHERS, TEACHER EDUCATORS, AND FAMILIES WORKING TOGETHER TOWARDS
A TRANSFORMATIVE EQUITABLE EDUCATION**

**PROFESSORES, FORMADORES DE PROFESSORES E FAMÍLIAS TRABALHANDO EM CONJUNTO
PARA UMA EDUCAÇÃO EQUITATIVA TRANSFORMADORA**

**DOCENTES, FORMADORES DE DOCENTES Y FAMILIAS TRABAJANDO JUNTOS PARA UNA
EDUCACIÓN TRANSFORMADORA Y EQUITATIVA**

Marta Civil

The University of Arizona, USA
civil@math.arizona.edu

ABSTRACT | In this piece I offer a reflection on the other paper in this section, which in my view presents a call to action in teaching in schools and in teacher preparation programs. As teacher educators and researchers, we have a responsibility towards an inclusive and transformative education. I suggest some possible avenues that center on learning from and working collaboratively with the families and communities we serve.

RESUMO | Ofereço uma reflexão sobre o outro artigo desta secção, que na minha opinião apresenta um apelo à ação no ensino nas escolas e nos programas de formação de professores. Como formadores de professores e investigadores, temos uma responsabilidade no âmbito de uma educação inclusiva e transformadora. Sugiro algumas abordagens que se centram na aprendizagem e no trabalho colaborativo com as famílias e comunidades que servimos.

RESUMEN | Ofrezco una reflexión sobre el otro artículo en esta sección, que desde mi punto de vista presenta una llamada a la acción en la enseñanza en las escuelas y en la formación de docentes. Como formadores de docentes e investigadores tenemos una responsabilidad hacia una educación inclusiva y transformadora. Sugiero algunos enfoques que se centran en aprender y trabajar en colaboración con las familias y comunidades en nuestro entorno.



1. RESEARCH AND EDUCATIONAL PRACTICES FOR AN INCLUSIVE AND EQUITABLE SCIENCE, MATHEMATICS AND TECHNOLOGY (SMT) EDUCATION

The article “research in education and teacher training: commitment for sustainable development” by Cruz (2020) presents a call for action at the level of schools and universities (as institutions responsible for teacher education). If change is going to occur, Cruz argues for the key role that teachers and other school staff as well as teachers’ educators can and should play in this change. In the agenda I articulate here, I first look at the role of teachers / schools and how working with families can be integrated in schools towards the kind of transformative change needed. I then look at the role that universities should play in preparing teachers with a deep understanding of inclusive education.

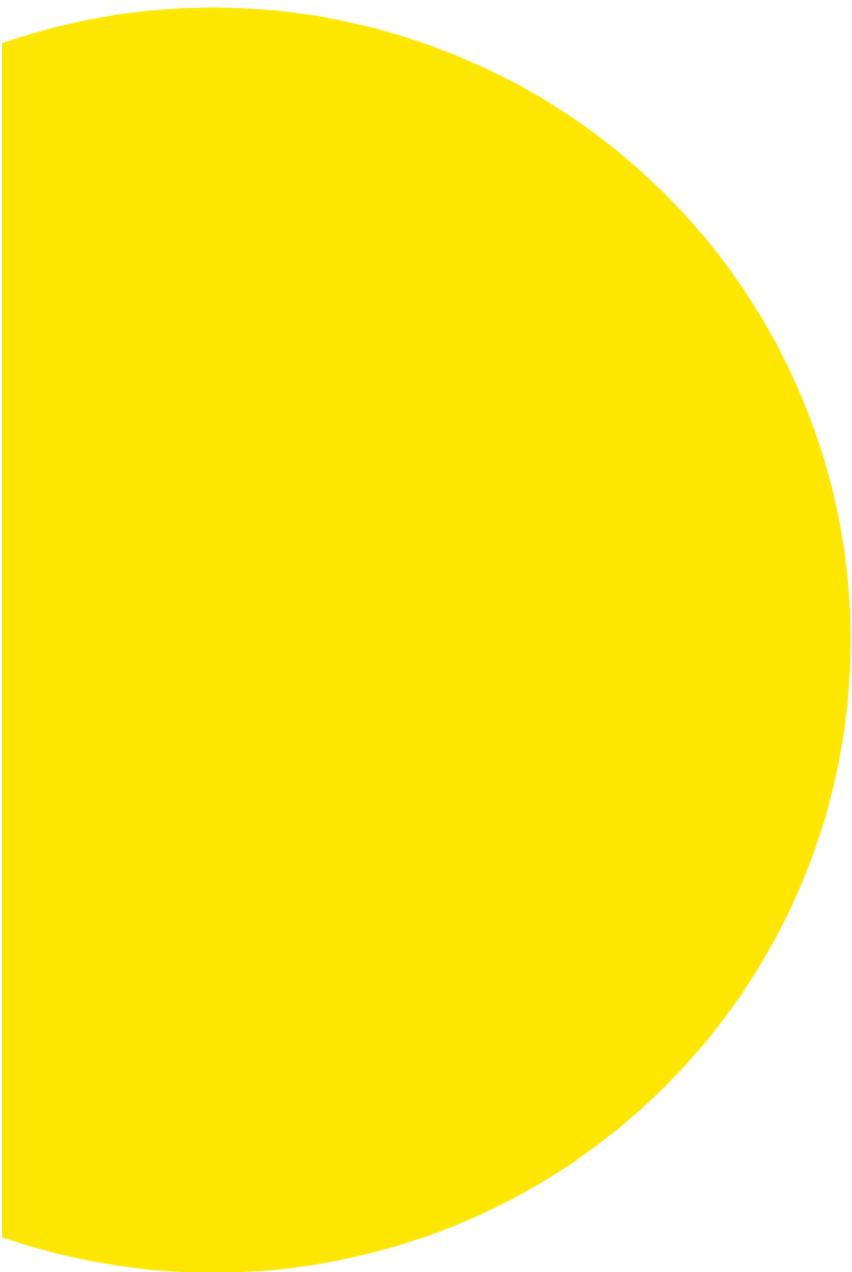
As Cruz (2020) writes, the teaching experience that most students receive is neither transformative for themselves as individuals, nor prepares them for their future in clear positive ways. I agree that, in general, schooling seems to be about maintaining the status quo and not about preparing the next generation to bring about change. To which extent do schools seek to connect with the communities they serve? Could students engage in relevant problems that could directly impact in positive ways their own communities? For this to happen it seems that working closely with the students’ families as presented in my contribution (Civil, 2020) could provide an avenue. Teachers learning about and from their students’ and their families’ funds of knowledge could lead to the development of transformative learning modules reflecting the community interests, needs, and knowledge in SMT. Teachers learning about their students and their students’ families can help bridge what Cruz describes as a lack of commitment towards students. In my work, I have witnessed teachers’ deep commitment to students but they do not always have the tools and resources necessary to act on this commitment. For this approach to work, it is not only about teachers wanting to engage in this collaborative work with families, but they would need the support of the school administrators to try these potentially quite different learning modules. But, as Cruz notes, schools are subjected to governments’ educational policies. So, for lasting change to occur, we need to find ways and allies to address these issues at the macro level. While universities may be able to help, often they are not in a position to change educational policies. But certainly, universities can do a better job in teacher preparation.

So, what can universities do? Cruz (2020) brings up several characteristics of universities that can interfere with the kind of teacher education needed for preparing teachers to support their students as agents of change towards a more equitable world. In particular, those of us working in universities need to do much better at understanding how the new generations learn and adapt our teaching approaches to these ways of learning. We need to focus on adaptability since even the perhaps novel approaches that we may use in our teacher education courses, may not be what the teachers themselves will need when they embark in their teaching career. It is also the case that often universities put more value on grants and publications than service (in particular community service) and the practice of teaching. But here is where several components in the agenda proposed by Cruz resonate with the research agenda outlined in my piece (Civil, 2020). For example, SMT education groups can play a key role in bringing together research (which universities strongly value) and practice. The context of practice is important as it often involves schools (thus impacting teachers’ practice) and prospective teachers (thus developing a next generation of teachers with the knowledge and understanding to bring about change). What we teach in our teacher preparation programs needs to be both general, in that it can apply to

different contexts, and specific to be applied to our local community, the one where the university is located, as Cruz points out. The work described in my contribution is largely community-based. It involves spending time in the schools and in the community, talking to teachers, parents and students to build rapport as we learn about their views and uses of mathematics. We need to engage more university students, and particularly those who are planning to become teachers, in this kind of research and practice community-based work. It is by listening to and collaborating with the communities in which they are going to teach that we can develop an inclusive, equitable and transformative SMT education.

REFERENCES

- Civil, M. (2020). Families as resources for the learning and teaching of mathematics. *APEduc Revista / APEduc Journal*, 1(2), 186-193.
- Cruz, F. A. O. (2020). Investigação em educação e a formação do professor: Compromissos para o desenvolvimento inclusive e sustentável. *APEduc Revista / APEduc Journal*, 1(2), 178-185.



S4

RECENSÕES CRÍTICAS

—

CRITICAL REVIEWS

S4

Recensões críticas de obras científicas/ literárias/ artísticas/ educativas com potencial relação com Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Critical reviews of scientific/ literary/ artistic/ educational works, with potential relation to Science, Mathematics, and Technology Education.

Reseñas críticas de obras científicas/ literarias/ artísticas/ educativas con potencial relación con la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.

**RECENSÃO CRÍTICA DE “DECOLONIALIDADES NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS”, 2019
DE MONTEIRO, B.; DUTRA, D.; CASSIANI, S.; SÁNCHEZ E OLIVEIRA, R. D.**

CRITICAL REVIEW OF “DECOLONIALIDADES NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS”, 2019 BY MONTEIRO,
B.; DUTRA, D.; CASSIANI, S.; SÁNCHEZ E OLIVEIRA, R. D.

RESEÑA CRÍTICA DE “DECOLONIALIDADES NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS”, 2019 DE MONTEIRO,
B.; DUTRA, D.; CASSIANI, S.; SÁNCHEZ E OLIVEIRA, R. D.

Sandra Escovedo Selles

Universidade Federal Fluminense, Brasil
escovedoselles@gmail.com

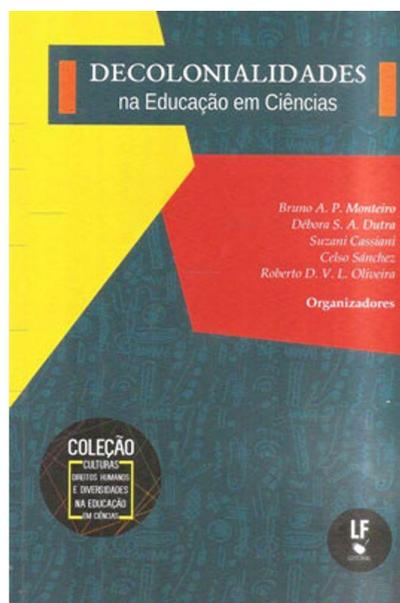


Figura 1 Capa do livro

A obra *Decolonialidades na Educação em Ciências*, organizada por Bruno Monteiro, Débora Dutra, Suzani Cassiani, Celso Sánchez e Roberto Dalmo de Oliveira, parte de uma indagação imprescindível em nosso tempo: como a educação em ciências pode se comprometer com um projeto acadêmico que enfrente injustiças, apagamentos e distanciamentos do *outro*, este que é frequentemente invisibilizado em suas práticas? Partindo de perspectivas teóricas decoloniais, os 45 autores e autoras desta coletânea encontram modos de dialogar com produções de outras áreas do conhecimento para debater esta questão. Assim, seus 19 capítulos passam a focalizar os problemas relacionados à persistência das configurações racistas, aos

preconceitos de toda ordem – de gênero, de sexualidade, de região, de classe, etc. –, às disparidades de conteúdos e modos de ensinar que ignoram os pertencimentos culturais, sociais, econômicos e históricos do alunado que comparece à escola. Pretende-se confrontar esses problemas com análises que recuperem a dimensão silenciada dos direitos desses sujeitos, apostando em outras possibilidades que a educação em ciências lhes tem a oferecer.

Com efeito, a obra trata de um conjunto de reflexões que enuncia esses problemas para a comunidade de educadores e educadoras em ciências, de modo a provocar um engajamento político em seus estudos e a problematizar possibilidades de investigação e de práticas, para que o compromisso de não reproduzir o colonialismo e seus efeitos de colonialidade possa ser assumido, conquanto não sejam mobilizados, necessariamente, os mesmos referenciais teóricos. Isto porque o discurso pedagógico que resulta de muitas pesquisas, ainda que não seja necessariamente classista, preconceituoso, racista ou homofóbico, pode incorrer em normatizações sobre as práticas dos docentes ou dos discentes que explicitam um traço colonizador, ou mesmo distraído do entrelaçamento entre colonialismo, patriarcado e capitalismo. Em outras palavras, a pesquisa também *manda* (Selles, 2015).

Buscando mirar o *Sul*, inverso à direção naturalizada que tem *norteado* por décadas as pesquisas na área da educação em ciências no Brasil, a obra abre caminhos para revisitar alguns dos mesmos problemas já endereçados pela literatura em educação em ciências e, a partir de outras configurações teóricas, tecer ponderações que possam enriquecer o seu entendimento. Não se trata de “inventar” novos problemas de pesquisa, mas sim de usar lentes que os possam compreender por dimensões ainda não examinadas e assim anunciar possibilidades mais profícuas e mais comprometidas politicamente para investigar e intervir no universo escolar. Não somente os textos, mas também as expressivas ilustrações que abrem as apresentações dos capítulos da coletânea afirmam que a educação de ciências é um empreendimento político para transformar o mundo, não apenas para explicar se e como os estudantes aprendem ou porque não aprendem ciências. Se o trabalho acadêmico é sempre apoiado em escolhas, estas falam pouco se excluem as redes de dominação que têm supervalorizado os objetos em detrimento dos sujeitos. No momento político atual da humanidade, e em particular do Brasil, o avanço do neoliberalismo e das direitas conservadoras explicitou que a luta contra o capitalismo se agrega à necropolítica¹, ao negacionismo científico e às notícias falsas, e isso se dá às custas do preconceito e da opressão dos grupos historicamente excluídos, pois é sobre esses grupos que políticas e práticas sociais incidem. A educação em ciências em um país desigual, que carrega o passado escravocrata, não pode se definir como uma área que secundarize tal quadro. Este é o argumento que sustenta cada página desta obra.

A obra é escrita a muitas mãos: mãos argentinas, brasileiras, chilenas, colombianas, espanholas e moçambicanas que se dedicam a examinar as questões que atormentam os sonhos de um mundo igualitário, justo e ambientalmente afeiçoado aos seus construtores cotidianos, uma vez que focaliza os oprimidos pelo capitalismo e pelas combinações que este produz com a colonização. Reunindo exames de temáticas como feminismo, química e os saberes populares, educação ambiental e saúde, práxis decoloniais afro-indo-americana, raça e racismo, educação

¹ Referência ao livro homônimo *Necropolítica*, traduzido de *On the postcolony* de autoria de Achille Mbembe, filósofo camaronês que, tomando como referência o biopoder formulado por Foucault, debate sobre o uso do poder social e político para definir como certas pessoas podem viver e como outras devem morrer.

em Timor-Leste, os escritos se debruçam em “novos territórios epistêmicos” para interpelar a educação em ciências, provocando-a a tecer outras análises possíveis. Essas 45 mãos escrevem acompanhadas por referentes que já sistematizaram modos de entendimento dessas questões – Paulo Freire, Maria Paula Meneses, Aníbal Quijano, Boaventura de Sousa Santos – e assim, vindos de outras áreas do conhecimento, frutificam análises robustas para a educação em ciências, falando com os desalojados das ruas, das escolas e dos que desfilam nas redes sociais. Há uma intenção expressa e uma opção epistêmica de ouvir essas vozes, suas narrativas e os sentidos do mundo que constroem para viver e sobreviver. São um encontro com *a vida que ninguém vê*, como narra Eliane Brum², dos que também assistem aulas de ciências.

Os estudos decoloniais na Educação em Ciências vêm para ficar. Não são um modismo que pretende camuflar os objetos das pesquisas de seus pertencimentos históricos ou desprezar a procedência dos acordos duvidosos que o empreendimento científico vem compondo com as determinações capitalistas. Sua proposta vai muito além do que alimentar temas de pesquisa acadêmica, mas sim de conceber pesquisas engajadas, de nutrir práticas educativas em ambientes ásperos, em não desistir de repavimentar os caminhos investigativos com olhares e prudências acerca do papel do outro. De buscar outros sentidos para o ensinar e o aprender ciências que não normatize ou se dirija autoritariamente dizendo como os alunos e os docentes devem fazer. Portanto, a obra se dispõe a contribuir para que a educação em ciências, por sua vez, não reproduza também as abordagens colonizadoras. Esta obra já faz diferença ao se colocar na prateleira dos estudos indispensáveis para as pesquisas em educação em ciências.

REFERÊNCIAS

Brum, E. (2016). *A vida que ninguém vê*. Arquipelago Editorial Ltda.

Mbembe, A. (2020). *Necropolítica*. Melusina.

Selles, S. E. Quando as políticas curriculares e a pesquisa educacional mandam: reflexões sobre a colonização do trabalho docente.

More information available at: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>

² Brum, Eliane. *A vida que ninguém vê*. Porto Alegre: Arquipélago Editorial, 2006, obra premiada com o Prêmio Jabuti em 2007. Nesta obra, a autora reúne crônicas de sua atividade jornalística no “Zero Hora”, em Porto Alegre, quando sai em busca de acontecimentos e de pessoas que, no seu anonimato e nas dores vividas, não aparecem no noticiário cotidiano.

RECENSÃO CRÍTICA DO LIVRO “A REALIDADE NÃO É O QUE PARECE: A NATUREZA ALUCINANTE DO UNIVERSO” (2019) DE CARLO ROVELLI

CRITICAL REVIEW OF “A REALIDADE NÃO É O QUE PARECE: A NATUREZA ALUCINANTE DO UNIVERSO” (2019) BY CARLO ROVELLI

RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO “A REALIDADE NÃO É O QUE PARECE: A NATUREZA ALUCINANTE DO UNIVERSO” (2019) POR CARLO ROVELLI

Manuel João Monte

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto – CIQUP, Portugal



Figura 1 Capa do livro (Rovelli, 2019).

Carlo Rovelli é um físico teórico italiano, nascido em 1956, famoso quer pela sua investigação, quer pelos seus livros de divulgação de ciência para o grande público. Em minha opinião, é também um cientista-poeta que nos confessa: “A ciência e a poesia, sendo ambas visionárias, podem mesmo compartilhar as mesmas intuições”.

Rovelli encara este livro como uma resposta que daria a um colega e amigo que lhe perguntasse, durante um passeio ao longo da costa numa noite de verão: Então o que é que tu pensas ser a verdadeira natureza das coisas?

Sendo Químico, não especialista em Física, senti ao ler o livro que a resposta de Rovelli, em formato de viagem no tempo, é fascinante, mesmo para leitores não físicos.

A edição original, italiana, “La realtà non è come ci appara - La struttura elementare delle cose”, foi publicada em 2014. A edição inglesa, “Reality is not what it seems – The journey to quantum gravity” foi publicada pela Penguin (Reino Unido) em 2017 e, há cerca de um ano, foi publicada a edição portuguesa, “A Realidade não é o que parece – A natureza alucinante do universo”, (edições contraponto). Trata-se de uma fantástica viagem, que se inicia em Mileto no século VI a.C. e termina com a teoria da gravidade quântica, onde o tempo desaparece. A humildade científica de Rovelli, defensor desta teoria, alerta que ela pode não estar correta, esclarecendo que “um cientista é alguém que vive imerso no conhecimento da nossa profunda ignorância em contacto direto com os nossos inúmeros limites, com os limites da nossa compreensão”.

A viagem, para que Rovelli nos convida, começa em Mileto com os fundadores da primeira revolução científica despoletada pelas ideias de Tales e do seu discípulo Anaximandro, que Rovelli considera ter sido o “primeiro cientista” (Rovelli, 2007). Os milésios acreditavam que haveria um único princípio que explicava toda a natureza. Os também milésios Leucipo e Demócrito (seu discípulo), usando apenas a razão, concluíram: que os átomos são indivisíveis; que são os grãos elementares da realidade; que tudo é constituído por eles; que se movem livremente no espaço, colidindo uns com os outros; que se engancham, empurram e puxam um ao outro. Muitos séculos passados, John Dalton apresentou, em 1803, a sua teoria atômica, ressuscitando as ideias de Demócrito (várias vezes evocado durante a nossa viagem). Mas, até ao início do século XX manteve-se acesa polémica entre o contínuo do infinitamente pequeno e a finita granulação da matéria. A dicotomia só foi desfeita por Einstein que, 23 séculos depois de Demócrito, confirmou que a matéria é granular.

Depois de Mileto, a viagem prossegue salientando os principais marcos dos avanços da Física clássica. E, das contradições entre as teorias de Newton e de Maxwell, nasce a teoria da relatividade restrita de Einstein, em 1905. Os conceitos independentes de espaço e tempo da Teoria de Newton são substituídos pela ideia de uma entidade geométrica unificada – o espaço-tempo. A partir daqui a viagem decorre a um ritmo alucinante, atravessando monte e vales, em terrenos de complexidade crescente. Planck e Dirac e a mecânica quântica, Heisenberg e o princípio da incerteza e, por fim, a gravidade quântica. O mundo, partículas, luz, energia, espaço e tempo, tudo isto são apenas manifestações de um único tipo de entidade: campos quânticos covariantes (o único princípio, que pretende explicar todas as coisas, que os milésios procuravam?).

REFERÊNCIAS

- Rovelli, C. (2019). *A Realidade Não é o Que Parece*. Rio de Janeiro: Contraponto Editora.
- Rovelli, C. (2007). *The First Scientist: Anaximander and His Legacy*. (trans. Marion Lignana Rosenberg) Yardley: Westholme.

RECENSIÓN DEL LIBRO “PERSPECTIVAS EDUCATIVAS”

CRITICAL REVIEW OF THE BOOK “EDUCATIONAL PERSPECTIVES”

RECENSÃO CRÍTICA DO LIVRO “PERSPECTIVAS EDUCATIVAS”

Walter Federico Gadea
Universidad de Huelva, España
walter.gadea@ddcc.uhu.es

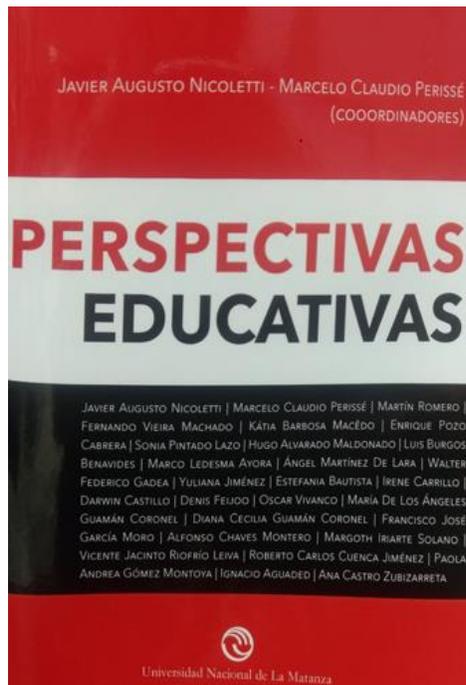


Figura 1 Portada del libro

Este libro puede presentarse y elogiarse tanto por la calidad de los autores y autoras que componen los diversos artículos que podemos recorrer a lo largo de todo su interesante y bien organizado entramado temático, como por la profundidad y variedad de las temáticas que aborda en cada capítulo.

Sin embargo, deseamos destacar, por encima de todo, la posibilidad que nos brinda el texto de poder comparar realidades tan diferentes de países como España, Argentina, Brasil y Ecuador.

El tratamiento interdisciplinario de los temas y la epistemología holística que se encuentra en la base de las metodologías de investigación, nos permiten encontrar ejes de reflexiones comunes y temáticas claramente coherentes y bien agrupadas.

En todos los capítulos que se refieren a la formación del profesorado, a su futura práctica o a la formación, aprendizaje y enseñanza de las ciencias, existe una preocupación central de todos los autores y autoras en lo que respecta a la educación ética y crítica de los estudiantes universitarios.

Aunque las investigaciones tienen diferentes procedencias y temáticas claramente diferenciadas, nos permiten, sin embargo, encontrarnos con un núcleo ético que atraviesa los once capítulos del libro. Ese núcleo ético trata de llenar de sentido humano y valorativo tanto a la praxis docente como a las perspectivas y concepciones que los estudiantes universitarios reciben en sus clases.

Incorporando una reflexión e investigación actualizada sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de las Tics o promoviendo la tecnología de la simulación o los procesos de aprendizaje virtual, en el texto se aboga siempre por una generación de estudiantes más crítica y reflexiva, menos consumista y más atenta a los cambios sociales.

Desde esta perspectiva, la Universidad adquiere nuevamente ese lugar de universalidad que no debe declinar. De manera tal, que la Universidad se vuelve promotora de salud, de uso de un consumo responsable, de la promoción de una cooperación productiva que mejora a la totalidad social. Es una imagen alentadora tanto de la Universidad como de sus fines más relevantes.

Por todo ello, el texto, compuesto por veintinueve investigadores de gran prestigio internacional, resulta motivador para reflexionar sobre la posición de la Universidad ante los cambios tecnológicos, sin olvidar los fines sociales, investigadores, de cambio y mejora social.

El libro que coordinan Nicoletti y Perissé nos hace tener una perspectiva esperanzadora y reconfortante de la misión educadora que tiene la universidad pública en la actualidad, subrayando tanto la importancia que tiene la enseñanza y aprendizaje de las competencias técnicas, como la enseñanza y aprendizaje de las competencias personales y humanas.

REFERENCIAS

Nicoletti, J. A. y Perissé, M. (Coords). (2018). *Perspectivas educativas*. Buenos Aires, Argentina: UNLAM (Universidad Nacional de La Matanza). ISBN 978-987-4417-30-5.

RECENSÃO CRÍTICA DO LIVRO "ENSEÑAR QUÍMICA: DE LAS SUSTANCIAS A LA REACCIÓN QUÍMICA" (2020) DE AURELI CAAMAÑO (COORDENADOR)

CRITICAL REVIEW OF THE BOOK "ENSEÑAR QUÍMICA: DE LAS SUSTANCIAS A LA REACCIÓN QUÍMICA" (2020) BY AURELI CAAMAÑO (COORDINATOR)

RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO "ENSEÑAR QUÍMICA: DE LAS SUSTANCIAS A LA REACCIÓN QUÍMICA" (2020) POR AURELI CAAMAÑO (COORDINADOR)

Fátima Paixão

Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
mfpaixao@ipcb.pt

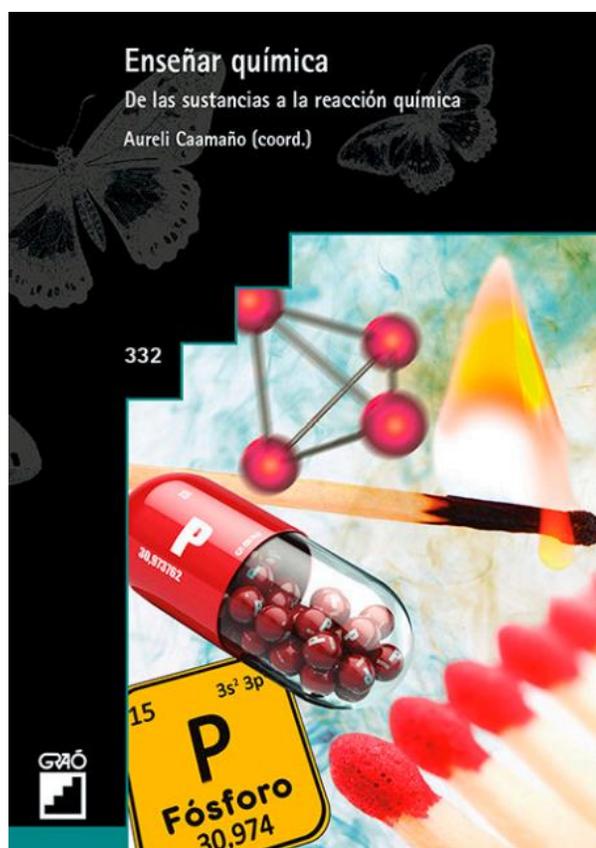


Figura 1 Capa do livro – Enseñar química: De las sustancias a la reacción química – Grao Editora, Barcelona, Espanha.

O livro “Enseñar química: De las sustancias a la reacción química”, publicado pela Editora Graó, Barcelona (Fig. 1), é uma obra coletiva, coordenada por Aureli Caamaño, que conta com a contribuição de três dezenas de autores, de seis diferentes países, de entre professores e investigadores na área da química e na área do ensino desta ciência. Identifica-se com um recurso didático e formativo de elevado valor para o ensino de química, e não só. É igualmente relevante para a formação inicial e contínua de professores. Oferece uma bagagem científico-didática rigorosa e abrangente para suportar a educação em química.

Trata-se de uma compilação de textos que se agrupam, de forma intencional, em cinco capítulos coincidentes com domínios conceptuais da química para o 3º Ciclo do Ensino Básico (na nomenclatura do sistema educativo de Portugal), não tendo, contudo, a pretensão de abarcar todos os conteúdos que atualmente constituem o currículo desse ciclo escolar. Mas em conjunto, os cinco domínios abrangidos pelo livro são os básicos para esse nível e proporcionam reflexões conceptuais importantes e uma ampla diversidade de propostas didáticas que se enquadram nas atuais perspetivas para o ensino das ciências.

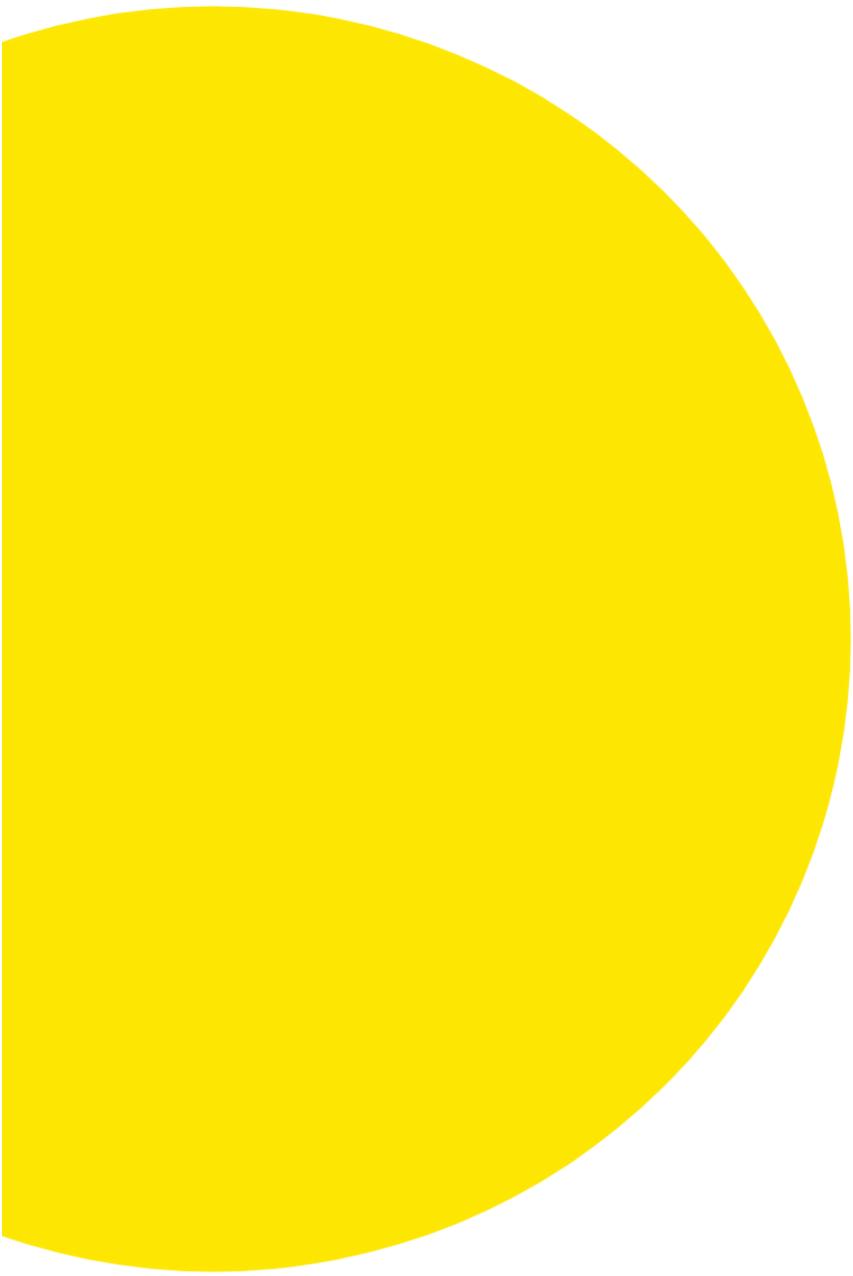
Na apresentação é explicitada a estrutura do livro e a abordagem do ensino de química que ele potencia ao leitor, além de incluir uma sumária descrição conceptual do conteúdo de cada um dos cinco capítulos que o compõem. Na atual ideia de que o currículo escolar de química, como o de qualquer campo do saber, não é estático, mas que há um quadro de ideias didáticas capaz de suportar decisões fundamentadas do professor, com vista a um ensino direcionado para envolver os alunos na sua própria aprendizagem, a Introdução clarifica “A estrutura conceptual da química e seu ensino” através de uma análise da estrutura conceptual e representacional da química. Ou seja, assenta nos factos e nos fenómenos observáveis (interações, processos e propriedades dos materiais), tratando o nível macroscópico, e procura uma explicação com recurso a modelos que representam aproximadamente o nível submicroscópico.

A ordem dos cinco capítulos não é aleatória. No conjunto, traduzem, pois, uma forma de abordar o ensino da química que vai ao encontro do quadro que a Introdução apoia e explicita. E são eles (tradução nossa): 1. Substância química; 2. Teoria atómico-molecular da matéria; 3. Reação química; 4. Modelos atómicos e tabela periódica; 5. Ligação química e estrutura. Cada um integra um conjunto coerente de abordagens ao tema, levando a compreender e aprofundar áreas que se cruzam com o nosso dia a dia ou que conceptualmente têm vindo a construir essa estrutura que identifica a ciência química, antiga como a humanidade e atual e futura pela sua indispensável presença na vida quotidiana, assumindo, cada vez mais, uma atitude de responsabilidade para com o desenvolvimento sustentável.

O facto de o livro estar escrito integralmente em língua espanhola, tal não constitui um entrave ao seu uso por interessados portugueses dada a proximidade das línguas, particularmente na forma escrita. De facto, as palavras da química são tão comuns às duas línguas, e até a outras, que nos esquecemos rapidamente de que não estamos a ler português.

REFERÊNCIA

Caamaño, A. (coord.) (2020). *Enseñar química. De las sustancias a la reacción química*. Editorial Graó. (ISBN: 978-84-18058-04-2).



S5

TEM A PALAVRA...

—

GIVING THE FLOOR...

S5

Espaço de opinião ou curta entrevista a profissionais envolvidos na Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Opinion space or short interview to professionals involved in Science, Mathematics, and Technology Education or Communication.

Espacio de opinión o entrevista corta con profesionales de la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.

TEM A PALAVRA... ROCHELE DE QUADROS LOGUERCIO

GIVING THE FLOOR... ROCHELE DE QUADROS LOGUERCIO

TIENE LA PALABRA... ROCHELE DE QUADROS LOGUERCIO

1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY

Rochele de Quadros Loguercio é Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no Brasil, Pós-doutora em Filosofia pela Universidad Complutense de Madrid, Doutora e Mestre em Bioquímica com ênfase em Educação em Ciências, na UFRGS, onde desenvolve pesquisas em educação, particularmente evidenciando as temáticas das práticas dos sujeitos do conhecimento, da educação e do currículo, na perspectiva filosófica e educadora. Atualmente é Coordenadora Adjunta no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da UFRGS, Coordenadora da Área de Educação em Química e do Núcleo de Estudos sobre Currículo e Subjetividades - NECS (UFRGS), e atua como Presidenta da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC).

2. TEM A PALAVRA

A Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), que hoje presido com muita alegria, tem já uma longa e bonita história imbricada com as práticas educacionais em ciências do Brasil e com as diferentes perspectivas teóricas que se multiplicam nesse campo de conhecimentos. A ABRAPEC foi fundada em 29 de novembro de 1997 como uma sociedade civil, de caráter científico e educacional, sem fins lucrativos e sem filiação político-partidária e tem por finalidade promover, divulgar e socializar a pesquisa em Educação em Ciências, por meio da realização de encontros de pesquisa e de escolas de formação de pesquisadores, da publicação de boletins, anais e revistas científicas e também atuar como órgão representante da comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências, junto às entidades nacionais e internacionais de educação, pesquisa e fomento.

As discussões sobre a criação da Associação foram iniciadas no I ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências), realizado em Águas de Lindóia – São Paulo em novembro de 1997 e sua criação concretizou-se no II ENPEC, realizado em Valinhos – São Paulo, em setembro de 1999. Com o intuito de atingir seus objetivos, a ABRAPEC continua realizando bianualmente os ENPECS, o maior evento na América Latina. Em 2019, tivemos cerca de 2.000 participantes.

Destaca-se também a publicação da “Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC”. Acesse nesse link: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec>

A Associação tem hoje mais de dois mil associados, sendo que 106 destes são sócios fundadores. Ressalto ainda que a ABRAPEC está aberta a todos os interessados na pesquisa em Educação em Ciências, inclusive estrangeiros, sem distinção entre professores pesquisadores da educação básica (ensino fundamental e médio) e da educação superior (ensino superior) ou entre professores e estudantes.

3. ENTREVISTA

1) Prezada Presidenta, conte um pouco de sua trajetória até chegar à ABRAPEC.

Penso que minha história enquanto pesquisadora em Educação em Ciências se confunde com os movimentos de criação da ABRAPEC e com as possibilidades de pesquisa que se abriam e visibilizavam nuances do alcance e da potência de uma área em ebulição. A criação efetiva da ABRAPEC, em 1999, no II ENPEC, foi o primeiro evento em que tornei pública minha pesquisa de mestrado recém finalizada e desde então nunca mais faltei ao evento. Pode-se dizer que os ENPECs forjaram minha subjetividade de pesquisadora. Sempre considerei que a ciência se faz na ação pública e política e nas arenas por validação de saberes tanto quanto nos laboratórios e nas salas de aulas, portanto participar de eventos de Educação em Ciências é mais do que aprender e compartilhar, é antes de tudo praticar educação em ciência. O ENPEC é, para mim, o evento que consegue congrega diferentes áreas, oxigenar as trocas e mobilizar práticas indispensáveis para a Educação como um todo e, em especial, em Ciências, sendo o momento do *bom encontro* dos associados da ABRAPEC. Penso que essa valorização que sempre tive por essa entidade e suas práticas deram credibilidade e me possibilitaram estar nesse lugar de presidenta que muito me honra.

2) Conte para os leitores quais são os maiores desafios e também as possibilidades que enfrenta, frente a tão importante entidade?

Eu cheguei à presidência em novembro de 2019, e em março de 2020 entramos no acontecimento Pandemia de COVID19. Em três meses tivemos, enquanto diretoria, que nos reinventar. Cabe destacar que nossa diretoria é composta também por representantes de cinco regiões brasileiras, que como sabemos, ocupa um território continental, e as reuniões virtuais passaram a ser o padrão, mas um padrão em devir, estávamos todos aprendendo e ainda estamos. Penso que esse foi o grande desafio de gestão como presidenta em um panorama pandêmico, mas a pandemia amplificou as possibilidades democráticas da gestão, permitindo uma sistemática troca de ideias na diretoria em agendas semanais. No que concerne, a presidir uma Associação da relevância da ABRAPEC em um cenário de imensos retrocessos políticos, éticos, sociais e educacionais e de negacionismo científico, afirmo que os desafios são cotidianos e só possíveis de ser enfrentados com a vontade e resistência características desses momentos que unem pessoas e associações. O desafio, ou melhor, os desafios produziram uma rede de entidades nacionais que fortaleceram nossa agência política e nossa ação pública.

A ABRAPEC uniu-se à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e a Associação Nacional de Pesquisa em Educação (ANPEd) e a 74 outras entidades organizando moções, agendas públicas, resistências políticas, marchas virtuais e, sobretudo, buscando

antecipar e mobilizar, junto ao congresso nacional, formas de resistir aos inúmeros ataques a educação, a ciência e a educação em ciências nacionais.

Tal como os desafios, as possibilidades se ampliaram e, *se onde há poder, há resistência*, assumimos nosso lugar enquanto ABRAPEC e, mais recentemente, criamos a Rede Comunica Educação, composta inicialmente por 14 entidades educacionais, cujo objetivo é sobretudo falar, tomar a palavra roubada de volta e assumir os lugares de falas de forma ampla. O nosso primeiro movimento foi, em 28 de outubro de 2020, buscando antecipar a importância da comunicação em educação e em ciências nos projetos políticos municipais, lançando os 10 Princípios em Defesa da Educação Pública nas Eleições Municipais de 2020. Para saber mais acesse o link: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/rede-comunica-educacao/>

3) Qual sua opinião sobre o papel que deve cumprir a ABRAPEC frente a tantas adversidades que acontecem no Brasil e no mundo, quando pensamos no desenvolvimento da ciência e da educação em ciências?

Em primeiro lugar, assumir enquanto ABRAPEC o protagonismo de ações que extrapolem as fronteiras opressoras da cidadela científica. Representamos educadores em ciências que sofrem um processo de desqualificação em diferentes níveis no Brasil de hoje, desde econômicas até de morte do sujeito do conhecimento, que se faz com a proliferação de “informadores”, disseminados como o vírus da COVID19, espalhando *fakenews* e teorias negacionistas em profusão, um fenômeno que sabemos não é apenas do Brasil, mas que aqui ganha espaço nos lugares de gestão pública. Protagonizar, entendido como ocupar os lugares e disseminar conhecimento em diferentes espaços midiáticos, como mídias sociais, jornais e telejornais, e nos espaços públicos em geral.

Em segundo lugar, mas não menos importante, aproximar a comunidade de educadores em ciências em si, abrir canais para fazer falar, proliferar vozes, valorizar nossas diferenças e nossas identidades, enfim, democratizar os espaços da ABRAPEC, neste momento virtuais, para os nossos associados se conhecerem, se estranharem e narrarem a si mesmos.

Para além desses movimentos tão nossos e, ao mesmo tempo, tão do mundo, cumpre ampliar nossas vozes nacional e internacionalmente. As redes locais e os saberes globais são necessários para visibilizar as inúmeras injustiças cotidianas praticadas em tempos de neoliberalismo voraz e necropolíticas locais. Nossos associados enfrentam, por exemplo, a destruição de nossos recursos naturais e são muitas vezes ameaçados fisicamente por ensinarem o valor de uma floresta amazônica ou de um pantanal em chamas, e esses educadores em ciências precisam ser ouvidos por todos. Nós da diretoria temos que possibilitar a reverberação dessas lutas, porque são lutas científicas. A Escola de Formação de Pesquisadores em Educação em Ciências promovida pela ABRAPEC em 2020 é o primeiro passo para que isso aconteça. <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/2020/11/12/escola-de-formacao-de-pesquisadores-em-educacao-em-ciencias-efpec/>

Outras temáticas importantes como a luta contra o uso político da vacina, a anátomo e biopolítica que docilizam, assujeitam, interditam e, às vezes, violentam os corpos diferentes, são questões para nossos debates e a ABRAPEC está a promover eventos, pois nossos educadores em ciências têm muito a dizer sobre a importância de um parecer técnico-científico ou sobre as políticas da diferença e a defesa de alteridades.

Meu desafio pessoal é colocar a ABRAPEC para ocupar os enormes vazios de discursos em uma era de hipercomunicação, sem perder o foco na potência do conhecimento científico de nossas pesquisas e ações docentes.

4) Como você vê a construção de redes e aproximações com outras entidades como a APEDUC? Quais seriam os frutos?

Essa pergunta, penso eu, está respondida em cada frase dessa conversa: redes e fios que nos conectem são muito importantes. A APEDUC conta hoje como uma parceira de conhecimento, ação política e proliferação de saberes que só pode nos produzir mais e melhores formas de agir como educadores em ciências. Eu espero que tenhamos muitos canais abertos para diálogo e certamente contamos que essa troca se intensificará com projetos e ações em conjunto. Talvez a APEDUC possa ser nossa mais nova associada da REDE COMUNICA EDUCAÇÃO que acabamos de criar. Fica o convite.

TEM A PALAVRA... LUÍS AZEVEDO RODRIGUES

GIVING THE FLOOR... LUÍS AZEVEDO RODRIGUES

TIENE LA PALABRA... LUÍS AZEVEDO RODRIGUES

1. BREVE BIOGRAFIA

Licenciei-me no Ensino de Biologia e Geologia na UTAD em 1996 e doutorei-me em Paleontologia pela Universidad Autónoma de Madrid, em 2009. Sou formador de professores, comunicador de ciência, com experiência no desenvolvimento e implementação de eventos, blogs, podcast e artigos de divulgação de Ciência para vários jornais. Desde 2013 sou Diretor Executivo do Centro de Ciência Viva de Lagos.

2. BREVE DESCRIÇÃO DO SEU PRINCIPAL PROJETO

O Centro Ciência Viva de Lagos (CCVL) integra a Rede Nacional de Centros Ciência Viva que são estruturas museológicas e de atividades de promoção da cultura científica. O CCVL cumpre a sua missão, quer por intermédio da sua exposição permanente, as exposições temporárias, mas igualmente pela realização de eventos e projetos que envolvem as instituições e comunidades locais com a ciência e tecnologia.

3. ENTREVISTA

1) Como é que o CCVL prepara a sociedade para participar em debates científicos e fazer decisões informadas?

Os desafios que a sociedade enfrenta atualmente são preparados por intermédio do cumprimento da principal missão do CCVL: divulgar e promover a Ciência e a Tecnologia, seja por intermédio da informação, seja, a outro nível, pelo envolvimento do público nas questões científicas em causa. Por exemplo: em fevereiro de 2020, o CCVL organizou uma sessão de esclarecimento com o Dr. Ricardo Mexia sobre o COVID-19, muito antes desse assunto nos condicionar a vida do dia-a-dia.

Outros exemplos incluem projetos que o CCVL integra, nos quais, por intermédio de ações práticas, como limpezas de praias ou ações de sensibilização ambiental, envolvemos as pessoas com problemas como o impacto humano nos ecossistemas e no clima. Julgamos que algumas destas questões só são verdadeiramente discutidas e sentidas quando o público coloca literalmente as mãos no problema. E é esse o lema dos Centros Ciência Viva – colocar as mãos na

massa e nos problemas. Mas a promoção da cultura científica também tem de envolver, direta ou indiretamente, as instituições produtoras de conhecimento, Universidades e Centros de Investigação.

Nesse sentido, o CCVL, tem-se associado a projetos de investigação em várias áreas, da Geologia ao Turismo, passando pela Motricidade Humana. O Centro assume o papel de elemento facilitador e dinamizador da discussão entre investigadores e vários outros parceiros da comunidade e de co-construtor em projetos de investigação que possam, de alguma forma, resolver problemas ou melhorar a vida das comunidades.

Entre os nossos parceiros também se encontram as comunidades educativas ditas formais. O CCVL desenvolve um programa de Atividades de Enriquecimento Curricular e articula com os Agrupamentos de Escolas que aproveitam a Oferta Educativa do Centro para enriquecerem o seu projeto educativo e complementarem a atividade de Clubes de Ciência das escolas.

2) O que mais o realiza e enche de orgulho como diretor do CCVL?

A minha equipa! Tendo em atenção o nosso tamanho, é das equipas mais bem preparadas, flexíveis e experientes. O CCVL teve a sorte de os ter escolhido e de ter tido a capacidade de os conseguir manter. Esta equipa tem permitido planear e implementar uma enorme diversidade e quantidade de projetos: – vamos às Escolas, trabalhamos com seniores, integramos projetos internacionais, somos capazes de fomentar o diálogo entre vários parceiros com interesses distintos. Nesse sentido, julgo que o Centro cumpre outra das suas missões que é o ser relevante para a comunidade onde se insere.

Posso referir vários exemplos que me emocionaram e que ilustram a vontade e forma de trabalhar da equipa do CCVL. Em vésperas do confinamento de março passado, tomámos conhecimento da necessidade de viseiras EPI para os hospitais. Imediatamente, e porque tínhamos capacidade técnica e humana para tal, começamos a produzir esses equipamentos. Isto mostrou que o CCVL, para além de divulgar a Ciência e a Tecnologia também a sabe aplicar em contextos práticos e concretos.

Também me orgulho do reconhecimento que o CCVL tem como uma instituição de excelência na promoção da cultura científica e que nos permitiu desenvolver diversos projetos com equipas nacionais e internacionais. Destes projetos salientaria a Saúde a 4 Tempos, um projeto de literacia para a Saúde financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian e desenvolvido em parceria com instituições locais. Salientaria também projetos que vão das metodologias *Maker* como renovador dos processos educativos ou outros em que fomentamos o conhecimento do Património Natural algarvio como fonte de oferta turística para os operadores desta área económica vital nesta região.

Posso falar também da Nova Escola de Sagres, onde várias competências de comunicação de Ciência nos permitiram construir e dinamizar um conjunto de atividades de promoção da História da Ciência, fazendo a ligação às novas tecnologias, incluindo uma Caravela modular que funciona como atividade de grupo, para crianças e adultos, onde se divulgam conceitos de Engenharia, Navegação e História. E assim, articulando com diversas instituições, o CCVL envolve as comunidades locais com a ciência, indo ao encontro das suas necessidades e motivações.

4. PARA SABER MAIS

Links: <https://lagos.cienciaviva.pt/>

TIENE LA PALABRA... RAIMUNDO OLFOS

TEM A PALABRA... RAIMUNDO OLFOS

GIVING THE FLOOR... RAIMUNDO OLFOS

1. BREVE BIOGRAFÍA | BRIEF BIOGRAPHY

Raimundo Olfos Ayarza es licenciado en Matemática por la Universidad Católica de Valparaíso (Chile), magíster en Educación Matemática por la Universidad de Santiago de Chile y Doctor en Educación por la University of Wales (United Kingdom). Ha sido profesor de escuela Primaria y Secundaria. Desde hace más de 30 años es formador de profesores de matemáticas de Secundaria y en la actualidad se desempeña como docente investigador en los programas de formación de profesores y programas de posgrado en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile). Desarrolla a su vez trabajos de investigación sobre pensamiento matemático y formación de profesores de matemáticas. Es presidente de la *Sociedad Chilena de Educación Matemática* (SOCHIEM) y coordinador del *Grupo de Estudio de Clases* de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Es coordinador del proyecto "Sin tiza", en el que nos centraremos en esta entrevista.

Raimundo Olfos Ayarza has a degree in Mathematics from the Catholic University of Valparaíso (Chile), a Master in Mathematical Education from the University of Santiago de Chile and a Ph.D. in Education from the University of Wales (United Kingdom). He has been a primary and secondary school teacher. For more than 30 years, he has been a teacher trainer in secondary mathematics and currently works as a research teacher in teacher training programs and postgraduate programs at the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile). He also develops research on mathematical thinking and mathematics teachers' education. He is president of the Chilean Society of Mathematics Education (SOCHIEM) and coordinator of the Group of Study of Classes of the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. He is coordinator of the project "Without chalk", on which we will focus in this interview.

2. EL PROYECTO "SIN TIZA"

El proyecto "Sin tiza" nació como una serie de programas televisivos para apoyar en matemáticas a niñas y niños chilenos de primero básico (6-7 años), sus padres y profesores. Pretendía así prestar ayuda en la educación de estos niños en la situación de emergencia del Covid-19, sobre todo a aquellas familias sin acceso a internet (más del 10% en el país). El equipo creador de la serie es el *Grupo de Estudio de Clases* de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, liderados por el profesor Olfos.

El programa fue transmitido por el canal chileno UCV3 y a su vez está disponible online como una serie de 57 vídeos (uno para cada clase). Se apoya en los libros de texto oficiales de 1º básico, puestos a disposición online de modo abierto por el Ministerio de Educación de Chile (como medida para que los alumnos pudieran seguir estudiando durante la crisis sanitaria). Estos vídeos cubren el 80% de los objetivos de aprendizaje de la priorización curricular establecida por el Ministerio de Educación Chileno como otra medida de adaptación a la crisis sanitaria.

Los creadores del programa, denominado así en alusión al trabajo fuera del aula (sin pizarra), han recibido retroalimentación sobre su funcionamiento a través del contacto con profesores, padres y estudiantes que lo han usado.

Este proyecto supone una respuesta desde la investigación en Educación Matemática a la desigualdad en el acceso a la educación que puede potenciar la situación de crisis sanitaria actual.

3. ENTREVISTA

1) ¿Qué pretende el proyecto “Sin tiza”?

Hay objetivos en varias dimensiones. Su primer objetivo es ayudar durante la pandemia a los niños de familias que no tienen internet. A esto se une mostrar a los docentes y apoderados (padres o tutores) una manera de potenciar aprendizaje escolar en matemáticas, y probar un modelo de enseñanza. Al final del programa se dispone de una prueba en línea para el niño, que recoge cómo responde a una actividad, cuánto tarda y qué estrategia usa. Esa respuesta nos llega online, lo que nos permite evaluar los resultados del programa.

2) ¿Por qué va dirigido a niños de 1º básico (6-7 años)?

Porque eran niños que no sabían leer, por lo que las familias no tenían como arreglárselas para que los niños pudieran hacer trabajo escolar en casa.

3) ¿Está relacionado con el trabajo que se desarrolla en su grupo de investigación de estudio de clases?

Sí, porque casualmente el Ministerio de Educación eligió para el curso pasado el libro de texto de la producción japonesa, que fue adaptado al currículo chileno por el propio Ministerio. Ese texto son actividades que los profesores japoneses generaron a partir del estudio de clases¹. Esta elección del Ministerio proviene de una experiencia entre los años 2006 y 2008 promovida por el Ministerio de Educación chileno en el que formadores de profesores del país se han formado en el estudio de clases como modelo formativo del profesorado. Los libros de texto son ofrecidos gratuitamente a los niños chilenos. Como nosotros llevábamos 10 años trabajando en escuelas con ese texto en el *Grupo de Estudios de Clase*, pensamos que podíamos ser los más idóneos para aportar en su implementación.

¹ El “estudio de clases” o “lesson study” es un método de trabajo que proviene de las escuelas japonesas, en el que profesores colaboran en el diseño e implementación de sesiones de clase, que son observadas y analizadas en el grupo de profesores, con el objeto de proponer mejoras e incidir en la formación de los profesores implicados.

4) ¿Cómo son las sesiones de clase que se plantean en el programa?

Cada vídeo es una página del texto y esta puede ser una imagen con varias preguntas. Detrás de eso hay una clase, toda una propuesta. Esa propuesta está situada en el enfoque de resolución de problemas. Este es un enfoque de enseñanza en el que hay una sola pregunta para la clase. Por ejemplo, una pregunta para 5º básico (10-11 años) puede ser: “¿Cuánto es 32×25 ?”. Alguien puede preguntarse cómo una pregunta tan simple puede ser una clase. La clave es que esa pregunta se hace sin que los niños hayan estudiado previamente las multiplicaciones de dos dígitos por dos dígitos. La clase anterior ha girado en torno a la pregunta “¿Cuánto es 38×20 ?”. La elección de los números 32 y 25 no es arbitraria (multiplicar por 2 y por 5 siempre es fácil; la dificultad no va a estar en la memorización de las tablas sino en cómo generar la técnica para multiplicar un número de dos dígitos por otro de dos dígitos). La clase comienza con la actualización de conocimientos previos que pueden ser útiles, el profesor plantea la pregunta de la clase y se asegura de que los niños la entiendan. Entonces les da unos minutos para que los niños piensen por sí mismos en una respuesta, pudiendo conversar entre ellos. Pasados unos minutos, comparten lo que hicieron. Sin que el profesor les diga, emergen respuestas distintas, a veces también errores típicos, que son expuestos y sirven para que los niños aprendan a partir de esos errores. Una vez que algunos niños han expuesto sus respuestas a la pregunta, se reflexiona sobre las ventajas de cada estrategia. En la sesión del 32×25 , cuando se implementó, los niños llegaron al acuerdo de que una de las estrategias era la más clara y útil, basada en un método muy cercano al algoritmo vertical. Entonces la profesora cierra con el algoritmo vertical, que es el que se enseña habitualmente, pero se ha hecho a partir de todo este trabajo de los niños. El libro de texto de 1º básico está diseñado desde el enfoque de enseñanza de la resolución de problemas. Si un profesor que no conoce el enfoque coge el libro, no sabe qué hacer con él. Lo que hacemos a través de los vídeos del programa “Sin tiza” es poner el énfasis en el trabajo desde el enfoque de la resolución de problemas.

Cada vídeo, cada capítulo de “Sin tiza”, dura 7 u 8 minutos. Esto es así porque se hace un planteamiento inicial que conlleva un trabajo de unos 25 minutos del niño.

5) ¿Los vídeos están pensados para que el niño los trabaje autónomamente, le apoye el padre o los use como recurso el profesor de la escuela?

Nosotros pensábamos que podía trabajar el niño directamente con los vídeos. Sin embargo, nos dimos cuenta de que la televisión era muy rápida para el niño, no les daba el tiempo suficiente para seguir las indicaciones. Entonces vimos que mejor que la televisión, funcionaba poner en las redes sociales los vídeos correspondientes a los programas de televisión. Así, los niños podían pararlos cuando y el tiempo que necesitaban. Esto era fácil porque en Chile la mayoría de los padres o tutores tienen teléfono celular. Fue con el uso a través del teléfono cuando empezó a funcionar el programa.

Yo estoy haciendo seguimiento a la pregunta “¿Cuánto es $3+5$?”. He recogido información de unos 300 niños y tengo claro cuáles son las posibles respuestas, el tiempo de demora, y las relaciones entre la estrategia mental que usan y el tiempo de demora, y entre el nivel de aprendizaje y el tiempo de demora. Es una pregunta que la venimos trabajando desde que nos sugirieron, en nuestra experiencia en Japón con el estudio de clases, trabajar la composición antes que la suma. Esta es la pregunta de evaluación que se plantea al final de la serie de vídeos, y

estamos recogiendo las respuestas que nos llegan para estudiar cómo progresan los niños de “Sin tiza” con respecto a niños que no están siguiendo el programa, para ver su efectividad.

6) ¿Habéis hecho algún análisis de cuál está siendo el impacto del programa?

Sí, solo a través de estudios de caso pues no elegimos a las personas que siguen el curso. Por ejemplo, un profesor nos puso en contacto con 10 niños. Pudimos constatar que tres de esos niños, a mitad del curso escolar, ya habían alcanzado el nivel de habilidad que suelen alcanzar los niños a final de curso.

7) ¿Se está siguiendo en todo el país?

Nosotros lo hicimos para la televisión de Valparaíso, pero al ponerse en las redes sociales tenemos constancia de que se está usando en otros lugares, pues nos han reportado cómo lo usan, por ejemplo, un profesor de Arica, cerca de Perú, y otro de Chiloé, a poco más de 2000 kilómetros al sur de Valparaíso.

8) ¿Cuál es la acogida entre los profesores que lo están usando?

Pensábamos que los profesores iban a usar los videos cada día, porque están pensados como sesiones de clase. Sin embargo, no lo han usado así y esto se explica por varias razones. Una de ellas es porque ellos piensan que, si los usan, pierden responsabilidad. Además, en algunos casos los directores de escuelas han pedido que sean los propios profesores los que se hagan sus propios vídeos. Le están dando un uso no esperado: los profesores seleccionan alguno de los capítulos de “Sin tiza” y los suben a las plataformas de enseñanza online que usan. Lo han adaptado a su realidad. Lo que pensábamos no es lo que funcionó, pero igual funcionó.

9) ¿Tenéis algún tipo de financiación o ayuda para el proyecto?

Es un proyecto caro. Grabar cada vídeo, cada capítulo, tiene un alto costo real. Nosotros lo hemos hecho con muy poco, con colaboraciones de las personas implicadas. Conseguimos algunos apoyos, por ejemplo, de alumnos de una carrera audiovisual y de una empresa de tecnología, y la Universidad Pontificia Católica de Valparaíso nos reconoció como proyecto.

La realización de los vídeos fue un trabajo duro; trabajamos unas 14 personas durante al menos unas dos horas diarias, a lo largo de 4 meses. Es un esfuerzo alto que se hace voluntariamente.

10) ¿Están disponibles los vídeos y materiales para profesores e investigadores de otros países?

Sí, porque los libros de texto han sido puestos libres por el gobierno de Chile. Los vídeos pueden encontrarse en el canal abierto de televisión UCV3 y en la web del Grupo de Estudio de Clases. Incluso están en YouTube. Está todo libre.

4. PARA SABER MÁS

<https://estudiodeclases.cl/>

<https://estudiodeclases.cl/sin-tiza/>

<http://ima.ucv.cl/academicos/raimundo-olfos/>

TEM A PALAVRA... MARTA AZEVEDO

GIVING THE FLOOR... MARTA AZEVEDO

TIENE LA PALABRA... MARTA AZEVEDO

1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY

Marta Azevedo é professora de Biologia e Geologia no Agrupamento de Escolas Cidade do Entroncamento, Portugal. Tem uma pós-graduação em Comunicação de Ciência pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa. Venceu, em 2013, o *Famelab* Portugal, um dos maiores concursos de comunicação de ciência do mundo, tendo representado Portugal no Festival Internacional de Ciência em Cheltenham, Inglaterra. É colaboradora ativa da Ciência Viva em diversos projetos e eventos. A convite da Ciência Viva, participou, desde o início da sua criação, no projeto *STEM School Label*, do qual a sua escola é embaixadora. Atualmente é embaixadora, em Portugal, dos projetos internacionais *Scientix*, da *European Schoolnet* (EUN), Bruxelas e *ST3dM*, da Aristotle University of Thessalonik, Grécia. Coordena o projeto *BLOOM*, em Portugal, projeto piloto da ES sobre Bioeconomia. Dinamiza vários projetos científicos com alunos, reconhecidos a nível nacional e internacional e organiza o Festival de Ciência da sua escola.

2. BREVE DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PROJETOS EM QUE TEM ESTADO ENVOLVIDA

São vários os projetos que dinamiza e coordena. Na sua escolha tem sempre uma preocupação: a diversidade de projetos e a variedade de temas ligados às *STEM* para ir de encontro aos interesses e talentos de todos os alunos e, simultaneamente, desenvolver as competências do século XXI e capacitá-los para um futuro que ainda é incerto. Todos têm aptidões diferentes, que muitas vezes desconhecem tê-las. Se fizerem o que adoram fazer, aquilo em que são bons, conseguem aumentar as suas energias e alimentar as suas paixões.

2.1 Área da Ciência e Sociedade

Gosta de encorajar os alunos a desenvolver projetos multidisciplinares que tentam dar resposta a problemas concretos da sua região, envolvendo neste processo as suas famílias, universidades, *stakeholders* locais (empresas, associações, etc.), museus e centros de ciência. A aprendizagem começa com um problema identificado pelos alunos e ligado às suas vidas. Em vez de procurarem uma única resposta, os alunos recolhem a informação necessária, identificam possíveis soluções, avaliam as opções que têm em mãos e apresentam as conclusões, sempre em colaboração direta com a comunidade. Com o projeto internacional *OSOS – Open Schools for Open Societies*, do qual foi uma professora *change agente*, professora referência para outros

professores, dada a sua experiência no desenvolvimento de projetos comunitários com os alunos, colocou-se, a escola, no centro de uma comunidade ativa, democrática e participativa.



Figura 1 Apresentação do projeto OSOS no Pavilhão do Conhecimento, Lisboa

Curiosamente, um dos projetos desenvolvidos neste âmbito, whasH, pretendeu alertar as pessoas para as consequências negativas da não lavagem correta das mãos, tão atual nos dias que correm. Os alunos fizeram uma campanha de sensibilização por vários estabelecimentos comerciais da cidade, sendo atribuídos dísticos “Estabelecimento wasH”, nos locais em que a lavagem das mãos era incentivada.

Ainda neste âmbito, também desenvolveu o projeto MARCH – MAke science Real in sCHools, também coordenado pela Ciência Viva, desta vez com a Poluição Sonora como tema. O Entroncamento, para além de ser conhecido pelos seus fenómenos, também é conhecido pela estação de comboios, tendo os alunos identificado o ruído provocado pelos comboios como um problema a resolver na sua cidade.

2.2. Área da Ciência Experimental

“Mas o que eu faço com isso que aprendi?” Todos os professores já ouviram ou ainda vão ouvir essa pergunta por parte dos seus alunos, sempre que são colocados diante de uma aula com muitos conceitos e conteúdos. Há maneiras de transformar as aulas em atividades mais práticas, em que os alunos, com base num problema proposto pelo professor, elaboram e executam um protocolo experimental para testar as suas hipóteses. Muitas destas atividades, são depois apresentadas em público. É disso exemplo a participação no projeto Ciência na Escola, da Fundação Ilídio Pinho; *Ciencia en Acion*, em Espanha; Jovens Cientistas, da Fundação da Juventude, entre outros. A validação destes trabalhos desenvolvidos em laboratório escolar, por especialistas, é muito importante, não só do ponto de vista científico, mas também para estimular o interesse pelas STEM.

As parcerias com instituições superiores muito contribuem para suportar a aprendizagem experiencial e prática. Felizmente que estas instituições já perceberam isto mantendo uma relação de proximidade e de trabalho cooperativo com o ensino básico e/ou secundário.



Figura 2 Projeto Jovens Cientistas

Salienta-se o protocolo de parceria que a sua escola tem com o Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra. Não esquecer que tudo envolve custos pelo que os *stakeholders* também são uma peça fundamental. Também contam com apoios por parte da Câmara Municipal e da Junta de Freguesia.

2.3. Área da Comunicação

Uma das competências do século XXI, é a capacidade de comunicação pelo que esta área não está esquecida. Os alunos elaboram *essays* onde apresentam as suas reflexões sobre, por exemplo, temas relacionados com as metas globais para o desenvolvimento sustentável; fazem e apresentam posters científicos relacionados, por exemplo, com a geologia. Fundou, este ano, o clube TED-ed com permissão da rede de clubes mundial e está a apostar em podcasts. Organiza também o Festival de ciência, inteiramente planeado e projetado pelos alunos, destinado a alunos, professores, assistentes operacionais e técnicos e todos os que queiram assistir. O tema é diferente de cada vez que se realiza. Este evento é o ponto alto do ano letivo pois reúne toda a comunidade escolar e população do Entroncamento.



Figura 3 Festival de Ciência dinamizado no AE do Entroncamento

3. ENTREVISTA

1) Sendo uma professora reconhecida pelo trabalho singular que tem desenvolvido em prol dos alunos e da comunidade, em particular ao nível do envolvimento com projetos nacionais e também europeus, o que a motivou a iniciar este percurso?

Tudo começou com a minha participação no Famelab e com a visita ao Festival de Ciência de Cheltenham. Ver uma plateia cheia, ávida por ouvir desconhecidos falar de um tema de ciência, sentir o entusiasmo de crianças e jovens a mostrar e explicar aos pais, ao público e a todos os que ali estavam, com grande criatividade, o que sabem fazer na área das *STEM*, fez-me desejar querer fazer a diferença com os meus alunos. É isto que eu pretendo: mudar vidas, fazer magia, entusiasmar! Cativar para depois ensinar! Uns anos mais tarde, assisti à Conferência Nacional *Scientix 3* (nessa altura ainda não tinha conhecimento do projeto *Scientix* nem sabia da existência da *European Schoolnet*). O tema captou a minha atenção: Educação científica - desafios atuais e inovação. Ouvi pessoas inspiradoras, ouvi alunos premiados em projetos *STEM* e participei num *workshop* sobre a Sala do Futuro. Hoje, continuo a ouvir pessoas e alunos inspiradores, dentro e fora de uma sala, mas com uma diferença: também são os meus alunos e também sou eu que agora espalha magia, todos a fazer a diferença numa *sala* que gosto de apelidar de espaço de aprendizagem comum. Porque cada aluno traz as suas próprias histórias e experiências para a sala de aula, porque a diversidade de alunos é uma ferramenta importante para aulas mais produtivas, diferentes e inovadoras, porque uma aula também pode ser divertida e viva.

2) Qual o impacto que o reconhecimento STEM School Label trouxe às suas práticas e quais as ações que destaca como mais relevantes, na sua prática letiva, para lhe ter sido atribuída a distinção de “Embaixadora STEM School Label”?

O objetivo do projeto STEM School Label é orientar as escolas no sentido de melhorarem o seu nível de atividades educativas STEM. Consoante a estratégia STEM da escola poderá obter-se uma certificação. Neste sentido existe um conjunto de ferramentas de autoavaliação que permitem avaliar o seu desempenho. Estas ferramentas ajudam as escolas a identificar as áreas de desenvolvimento necessárias e apresenta sugestões de recursos para as escolas melhorarem as suas atividades STEM a nível escolar. O plano de ação gerado pelo formulário de autoavaliação, identificou as áreas que devem ser mais trabalhadas, e sugeri recursos para que a escola possa evoluir como escola STEM. A mim, pessoalmente, permitiu-me crescer e melhorar as minhas práticas. Tem contribuído para que eu seja melhor professora.

A nossa participação, como escola piloto, surgiu de um convite que me foi endereçado pela Ciência Viva pois já tinha estado presente numa sessão de trabalho, em Lisboa, para definir alguns critérios, considerados importantes, para que uma escola possa ser definida como *STEM*.

Um conjunto de 15 escolas convidadas fizeram uma análise crítica da plataforma, que se encontrava em fase de testes, e da ferramenta de autoavaliação. Os resultados dessa análise foram usados para melhorar a plataforma, antes de a colocar acessível a todas as escolas da Europa. Destas 15 escolas, foram selecionadas as 3 escolas mais participativas como escolas Embaixadoras deste projeto, uma das quais a minha. O objetivo das escolas embaixadoras *STEM* é servir como um bom exemplo para outras escolas na Europa.

3) Que vantagens lhe trouxe este reconhecimento e em que medida recomenda a outras escolas e professores que se juntem a esta comunidade STEM School Labels?

A principal vantagem é, sem sombra de dúvida, o reconhecimento de todo um trabalho colaborativo entre professores de vários níveis de ensino e áreas, em termos de educação STEM. A visibilidade a nível nacional e europeu que o selo trouxe à escola e a atribuição de escola embaixadora, também são de realçar. Este facto permite validar, junto de alguns pais e encarregados de educação, muitas metodologias ativas utilizadas no processo de ensino-aprendizagem pois ainda permanece a desconfiança relativamente à inovação. Para muitos, aprender é ouvir um professor a debitar conteúdos. Sair da sala de aula para aprender, fazer atividades experimentais, ainda é considerado, por alguns, como uma brincadeira. É preciso dar tempo ao tempo para aceitar a mudança.

Recomendo, vivamente, a outras escolas e professores que se juntem a esta comunidade pois a *STEM School Label* oferece o enquadramento ideal para os participantes interagirem, partilharem as melhores práticas através de estudos de casos e testemunhos de prática escolar, pedirem conselhos e favorece contactos e ligações com parceiros *STEM* fora da escola.

4) Dada a sua experiência, partilhe também um pouco do que é fazer parte de outras redes de âmbito nacional ou de âmbito europeu, como é o caso do *Scientix*, de que também é embaixadora?

Fazer parte de projetos internacionais coordenados por instituições de mérito na área da educação e das *STEM*, é uma mais valia. A colaboração à escala europeia entre professores, investigadores educativos, decisores políticos de *STEM*, é constante o que me permite manter atualizada, tanto na minha área como em temas adjacentes. Contribuiu para o desenvolvimento de estratégias com vista à adoção mais alargada de abordagens inovadoras baseadas na investigação e atividades de outra natureza no ensino das ciências e da matemática. Faz-me evoluir. Ser uma ativa embaixadora *Scientix*, dá-me acesso a projetos novos e inovadores. Disso é exemplo o projeto-piloto *BLOOM* para o qual me candidatei e fui selecionada. Bioeconomia era para mim, até então, uma área desconhecida. Aprender com especialistas e outros colegas de outros países, aumentar o conhecimento sobre bioeconomia, construir e reforçar uma comunidade de bioeconomia, fornecer conhecimentos sobre o tema, as suas práticas, benefícios e implicações e fomentar a aprendizagem e educação no meu país, com a validação do Ministério da Educação, foi para mim um desafio. Testei as minhas capacidades. E esta é uma das vantagens em fazer parte da comunidade *Scientix*. Colaborar com a Ciência Viva também constitui um enorme desafio. Estou sempre à espera do início do ano para saber o que há de novo.

Porque eu preciso de manter o meu entusiasmo para assim entusiasmar os meus alunos. Porque eu quero continuar a fazer magia. Porque a escola está em mudança e tem de acompanhar os tempos modernos. Porque o futuro se constrói a partir de hoje.

4. PARA SABER MAIS SOBRE OS PROJETOS EM QUE SE ENCONTRA ENVOLVIDA

Entrevista ao jornal Público

<https://www.publico.pt/2013/06/14/jornal/quero-trazer-um-festival-de-ciencia-de-referencia-para-portugal-26684588>

Projeto BLOOM

<https://bloom-bioeconomy.eu/wp-content/uploads/2019/02/BLOOM-LS-TEAM3-Building-online.pdf>

Projeto MARCH, *Poluição* Sonora, Ciência Viva

<http://www.cienciaviva.pt/march/>

Ciência na Escola, Fundação Ilídio Pinho:

<https://www.fundacaoip.pt/9a-edicao/>

<http://plantasdrogadas.blogspot.pt/>

<https://omirante.pt/semanario/2011-07-14/economia/2011-07-13-escola-secundaria-do-entroncamento-esta-de-parabens>

Projeto de Geoengenharia:

<https://youtu.be/j4gmHQvBqLo>

DiGE, Projeto de bioeconomia:

<https://youtu.be/WXbqo2WkbJc>

Prickly Water Purification Project:

https://www.youtube.com/watch?v=4lUtlgPz_uk

Jovens Cientistas, Fundação da Juventude

<http://www.fjuventude.pt/pt/1489/12-mostra-nacional-de-ciencia.aspx>

http://cms.fjuventude.pt/upload_files/client_id_1/website_id_1/Projetos/Concursos/Jovens_Cientistas_e_Investigadores/2018/Cat%C3%A1logo_MNC_2018_digital_4.pdf

Open Schools for Opens Societies

wasH <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/openschoolsjournal/article/view/23442>

Hajuda <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/openschoolsjournal/article/view/23441>

StarT <https://start.luma.fi/en/ideas/the-best-of-start-2017/>

DNA day – Sociedade Europeia de Genética Humana

<https://www.dnaday.eu/646.0.html>

<https://www.abstractsonline.com/viewer/viewAbstract.asp?CKey={78915BDB-F790-4A7F-85D2-1FABE49F5B0F}&MKey={BC39166F-0856-488E-90FE-E01DDD0F8480}&AKey={EC0F9972-6601-415A-BC72-526689926B78}&SKey={AF0E837A-DC65-40C4-8397-4F43AFA04926}>

Jovens Geocientistas – Departamento de Ciência da Terra, Universidade de Coimbra

https://issuu.com/vicjgeo/docs/livro_xcig

https://issuu.com/vicjgeo/docs/livro_xicig_2016

Essay – Trust for Sustainable Living

<https://trustforsustainableliving.org/take-part/international-schools-essay-competition-and-debate/winners/2018-essay-competition-secondary-winners>

<https://trustforsustainableliving.org/take-part/international-schools-essay-competition-and-debate/winners/2020-essay-competition-secondary-winners>

NOVA Challenge

<https://arquivo.novachallenge.fct.unl.pt/2018/index.html>

VOLUME 1 | NÚMERO 2

NOVEMBRO 2020

Revista
APEduC
Journal

INVESTIGAÇÃO E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

RESEARCH AND PRACTICES IN SCIENCE,
MATHEMATICS, AND TECHNOLOGY EDUCATION

ISSN: 2184-7436

