

VOLUME 5 | NÚMERO 1

ABRIL 2024

*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



FT

**EDITOR | DIRETOR**

J. Bernardino Lopes

**EDITORES ASSISTENTES | ASSISTANT EDITORS**

Carla Morais  
Elisa Saraiva  
Miriam Méndez  
Ron Blonder  
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

**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*

**Núria Climent**, *Universidad de Huelva, Spain*

**Pedro Membiela**, *Universidade de Vigo, Spain*

**Regina Gouveia**, *Professora aposentada e escritora, Portugal*

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

**Suzani Cassiani**, *Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil*

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



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



*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 6

**Secção 1 - Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**  
**Section 1 - Research in Science, Mathematics and Technology Education**  
**Sección 1 - Investigación en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología** 10

Devido à ausência de artigos que correspondam aos padrões de qualidade - estabelecidos no processo de revisão, duplamente cega, por pares especialistas da área e no processo de avaliação editorial - nenhum artigo foi incluído na secção 1 desta edição.

Due to the absence of articles that correspond to the quality standards - established in the double-blind review process by peer experts in the field and in the editorial evaluation process - no article was included in section 1 of this edition.

Debido a la ausencia de artículos que respondan a las normas de calidad -establecidas en el proceso de revisión doble ciego por pares expertos en la materia y en el proceso de evaluación editorial-, no se ha incluido ningún artículo en la sección 1 de esta edición. 12

**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** 13

*Atividades Experimentais num Avião em Voo Parabólico*  
 Experimental Activities on an Airplane in Parabolic Flight  
 Actividades Experimentales en un Avión en Vuelo Parabólico  
**José Jorge Teixeira & Armando Assunção Soares** 15

*O Contributo da Casa do Montado para a Conservação da Biodiversidade*  
 The Contribution of the Casa do Montado for Biodiversity Conservation  
 La Contribución de la Casa do Montado para la Conservación de la Biodiversidad  
**Isabelly Tourinho, Andreia Sousa & Isabel Ramos** 32

*Símbolos Nacionais e Representações de Números Racionais em Práticas STEAM*  
 National Symbols and Representations of Rational Numbers in STEAM Practices  
 Símbolos Nacionales y Representaciones de Números Racionales en las Prácticas STEAM  
**Rafaela Ferreira, Ana Silva, Yelitza Aveiro Freitas, Sofia Laura Costa & Fernando Martins** 48

*Prática de Ambientes Digitais em Espaços Museológicos: Estudo de Caso*  
 Performance of Digital Environments in Museum Spaces: Case Study  
 Desempeño de Entornos Digitales en Espacios Museísticos: Estudio de Caso  
**João Carlos da Fonseca Cabral** 65



**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**

81

*160 years after the Origins: What is needed to promote Evolution Literacy in Europe*

160 anos após as Origens: O que é necessário para promover a Literacia Evolutiva na Europa

160 años después de los Orígenes: ¿Qué se necesita para promover la Alfabetización Evolutiva en Europa?

**Charis-Marina Antonatou, Bento Cavadas, Maria João Fonseca, Evangelia Mavrikaki, João Silva & Xana Sá Pinto**

83

**Secção 4 – Livros e companhia: resenhas críticas e sugestões de integração de recursos didáticos**

**Section 4 – Books and more: critical reviews and suggestions for integrating teaching resources**

**Sección 4 – Libros y compañeros: reseñas críticas y sugerencias para integrar recursos didáticos**

95

*Sugestão de integração do Recurso Didático “Simulação Interativa Phet - Soluções Ácido-Base”*

Suggestion for integrating the Teaching Resource "Phet Interactive Simulation - Acid-Base Solutions"

Sugerencia para integrar el Recurso Didático "Simulación Interactiva Phet – Soluciones Ácido.Base"

**Marta Vilela**

97

*Transición del cálculo hasta 20 con el Rekenrek al cálculo hasta 100 con el collar de 100 bolas*

Transição do cálculo até 20 com o Rekenrek para o cálculo até 100 com o colar de 100 bolas

Transition from calculation up to 20 with the Rekenrek to calculation up to 100 with the 100 balls

**Mónica Ramírez-García, Nuria Joglar-Prieto & Miriam Méndez-Coca**

101

*Percepción y representación del espacio en Educación Infantil: el Atelier Topologie 2*

Percepção e representação do espaço na Educação de Infância: Atelier Topologie 2

Perception and representation of space in Early Childhood Education: the Atelier Topologie 2

**Alison F. Encalada, Andrea Forero, Vanessa E. Guerrero, Felisa López, Andrés Martínez, Elia Pérez, Alba Sánchez, Laura Suárez, Mónica Ramírez, Juan Fraile & Nuria Joglar-Prieto**

105

<i>Reseña Crítica de “Aportaciones al Desarrollo del Currículo desde la Investigación en Educación Matemática” (2022) de Lorenzo J. Blanco Nieto, Nuria Climent Rodríguez, María Teresa González Astudillo, Antonio Moreno Verdejo, Gloria Sánchez-Matamoros García, Carlos De Castro Hernández y Clara Jiménez Gestal</i>	
Recensão Crítica de “Contributos da Investigação em Educação Matemática para o Desenvolvimento Curricular” (2022) de Lorenzo J. Blanco Nieto, Nuria Climent Rodríguez, María Teresa González Astudillo, Antonio Moreno Verdejo, Gloria Sánchez-Matamoros García, Carlos De Castro Hernández e Clara Jiménez Gestal	
Critical Review of “Contributions to Curriculum Development from Research in Mathematics Education” (2022) by Lorenzo J. Blanco Nieto, Nuria Climent Rodríguez, María Teresa González Astudillo, Antonio Moreno Verdejo, Gloria Sánchez-Matamoros García, Carlos De Castro Hernández and Clara Jiménez Gestal	
<b>Mónica Ramírez-García &amp; Nuria Joglar-Prieto</b>	<b>110</b>

### **Secção 5 – Tem a palavra...**

**Section 5 – Giving the floor to...**

**Sección 5 – Tiene la palabra...**

**112**

*Os professores precisam de trazer para a sala de aula problemas desafiadores -  
Entrevista com Jorge Teixeira*

Teachers need to bring challenging problems into the classroom - Interview with Jorge Teixeira

Los profesores deben plantear problemas desafiantes en clase - Entrevista con Jorge Teixeira

**Jorge Teixeira & J. Bernardino Lopes**

**114**

*Tiene la palabra...Luis Carlos Contreras González*

Tem a palavra... Luis Carlos Contreras González

Giving the floor to... Luis Carlos Contreras González

**Luis Carlos Contreras González & Miriam Méndez Coca**

**124**

*Tem a palavra... Paulo Correia*

Giving the floor to... Paulo Correia

Tiene la palabra... Paulo Correia

**Paulo Correia & Elisa Saraiva**

**126**

## EDITORIAL

É com satisfação que apresentamos aos nossos estimados leitores o número 1 do volume 5 da **APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education.**

A **APEduC Revista** é uma publicação científico-didática com revisão por pares indexada na *Qualis*, com classificação B1, com a atribuição de DOI a todos os artigos. Leia e divulgue!

É com satisfação que temos recebido muitos artigos para as Secções 1 e 2. Uma vez recebidos na plataforma (<https://apeducrevista.utad.pt/>), os artigos são avaliados, antes de serem enviados para revisão, quanto a: (a) originalidade, (b) cumprimento de critérios formais definidos pela revista e disponíveis no site e nos *templates* a usar para cada secção, (c) qualidade das referências e (d) adequação ao foco da revista. Todos os artigos que passam por este filtro prévio são, então, enviados para revisão, duplamente cega, por pares especialistas da área. A direção editorial toma a decisão final de publicação com base nos pareceres dos revisores e reformulação que os autores fizerem ao manuscrito em conformidade com os pedidos dos revisores. Todos os artigos publicados nas Secções 1 e 2 resultam deste processo de avaliação editorial para garantir a qualidade dos artigos publicados na **APEduC Revista**.

Neste número da **APEduC Revista** dá-se grande destaque aos professores e educadores em Ciências, Matemática e Tecnologia e às suas práticas educativas. Este enfoque incide em artigos, com revisão por pares, apresentando relatos de práticas (Secção 2), na apresentação breve de formas de usar recursos educativos (Secção 4), na forma de

We are pleased to present to our readers the issue 1 of volume 5 of **APEduC Revista – Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education.**

**APEduC Journal** is a peer-reviewed scientific-didactic publication indexed in *Qualis*, with a B1 classification and the attribution of a DOI to all papers. Read and share!

We are pleased to have received many papers for Sections 1 and 2. Once received on the platform (<https://apeducrevista.utad.pt/>), manuscripts are evaluated, before being sent for review, regarding: (a) originality, (b) compliance with formal criteria defined by the journal and available on the website and in the templates to be used for each section, (c) quality of references and (d) adequacy to the journal's focus. All papers that pass this prior filter, are then, sent for double-blind review by peer experts in the field. The editorial board makes the final publication decision based on the reviewers' reports and the reformulation that the authors make to the manuscript in accordance with the reviewers' requests. All papers published in Sections 1 and 2 result from this editorial evaluation process to guarantee the quality of the papers published in **APEduC Journal**.

This issue of **APEduC Journal** focuses on teachers and educators in Science, Mathematics and Technology and their educational practices. This focus is on peer-reviewed papers presenting accounts of practice (Section 2), brief presentations of ways of using educational resources (Section 4), in the form of an interview or even giving the stage

entrevista ou ainda dando o palco a profissionais da educação (Secção 5).

Um especial destaque é devido a uma **grande entrevista com Jorge Teixeira**, professor de Física e Química, premiado em termos nacionais e internacionais, a propósito da sua participação num voo parabólico com gravidade zero com alunos selecionados de todo o país (Secção 5). As suas ideias sobre como ensinar Física no ensino secundário e o modo como as põe em prática são inspiradoras. Fazem-nos pensar na importância de nas escolas haver uma espécie de departamento de inovação que permitisse aos professores que quisessem ensaiar novas práticas educativas mobilizar o que de melhor existe em todos os alunos e desenvolver o seu potencial. Seria uma forma de valorizar o trabalho dos professores inspiradores e de atrair outros para a grande aventura que é a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Convido o leitor à leitura desta grande entrevista.

Outros destaques neste número da **APeDuC Revista**:

**Na Secção 1, Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, devido à ausência de artigos que correspondam aos padrões de qualidade - estabelecidos no processo de revisão, duplamente cega, por pares especialistas da área e no processo de avaliação editorial - nenhum artigo foi incluído na secção 1 desta edição.

**Na Secção 2, Relatos de Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, são publicados quatro artigos.

No **primeiro artigo**, relata-se a preparação e implementação de três atividades que foram realizadas durante um voo parabólico com diferentes valores de gravidade (microgravidade, hipergravidade, gravidade terrestre, gravidade lunar e gravidade marciana) promovido pela Agência Espacial Portuguesa e a convite da organização *Mentes Empreendedoras*. Neste artigo explicam-se as diferentes fases de um voo parabólico, descrevem-se as atividades realizadas no interior do avião, nas diferentes fases do voo, e apresenta-se uma análise dos dados recolhidos.

to education professionals or giving the floor to education professionals (Section 5).

A special highlight is due to a **great interview with Jorge Teixeira**, professor of Physics and Chemistry, awarded nationally and internationally, triggered by his participation in a zero-gravity parabolic flight with selected students from all over the country (Section 5). (Section 5). His ideas on how to teach physics in secondary schools and the way he puts them into practice are inspiring. They make us think about the importance of schools having some sort of innovation department that would allow teachers who want to try out new educational practices to mobilise the best in all students and develop their potential. It would be a way of valuing the work of inspiring teachers and attracting others to the great adventure that is Science, Mathematics and Technology Education. I invite you to read this great interview.

Other highlights in this issue of **APeDuC Journal**:

In **Section 1, Research in Science, Mathematics and Technology Education**, due to the absence of articles that correspond to the quality standards - established in the double-blind review process by peer experts in the field and in the editorial evaluation process - no article was included in section 1 of this edition.

In **Section 2, Practices in Science, Mathematics and Technology Education**, four papers are published.

The **first paper** reports on the preparation and implementation of three activities that were carried out during a parabolic flight with different gravity values (microgravity, hyper gravity, terrestrial gravity, lunar gravity and Martian gravity) promoted by the Portuguese Space Agency and at the invitation of the *Mentes Empreendedoras* organisation. It is explained the different phases of a parabolic flight, described the activities carried out inside the aeroplane during the different phases of the flight and analysed the data collected. In the **second paper**, Casa do



No **segundo artigo**, descreve-se a Casa do Montado, situada em Évora, Portugal, como um espaço de ensino não formal que recebe visitantes de todo o mundo e contribui para a conservação da biodiversidade, desde sua inauguração em 2020 até 2023. Também se descrevem e avaliam estratégias organizacionais de dinamização da Casa do Montado que tiveram um contributo social, cultural e ambiental. No **terceiro artigo**, os autores relatam as práticas STEAM, em quatro sessões numa turma do 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico que integraram tarefas exploratórias, tecnologia e situações problemáticas, implementadas por duas professoras estagiárias com o objetivo de promover aprendizagens e colmatar dificuldades dos alunos a respeito das representações dos números racionais, relacionando-os com os símbolos nacionais. No **quarto artigo**, o autor relata a instalação de vídeo *mapping*, e técnicas de realidade aumentada (RA) nos quadros do pintor/ceramista Manuel Cargaleiro no Museu de Arte Manuel Cargaleiro no âmbito do trabalho de estudantes do Mestrado em Design Gráfico.

Neste número da **APeDuC Revista**, na **Secção 3**, intitulada **Articulação entre Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, reporta-se uma mesa redonda com as reflexões de dois formadores de professores (coautores do artigo), da diretora de comunicação de um museu de ciência, de um professor do ensino primário em Portugal e um do ensino secundário na Grécia, inspiradas pelo artigo "Evolution in European and Israeli school curricula - A comparative analysis". Os participantes destacam a importância de desenvolver recursos educativos e programas de formação de professores que capacitem os educadores para abordar a educação para a sustentabilidade através de uma perspetiva evolutiva, desde os primeiros anos escolares.

Na **Secção 4** continuamos com a política editorial iniciada no último número. Para além de publicarmos recensões críticas de livros, aceitamos sugestões de recursos educativos com a respetiva descrição da experiência educativa de

Montado, located in Évora, Portugal, is described as a non-formal teaching space that receives visitors from all over the world and contributes to the conservation of biodiversity, from its inauguration in 2020 until 2023. It is also described and evaluated organizational strategies to boost *Casa do Montado* that had a social, cultural and environmental contribution. In the **third paper**, the authors report on STEAM practices in four sessions in a 4th grade class that integrated exploratory tasks, technology and problem situations, implemented by two trainee teachers with the aim of promoting learning and remedying students' difficulties regarding the representations of rational numbers, relating them to national symbols. In the **fourth paper**, the author reports on the installation of video mapping and augmented reality (AR) techniques on the paintings of the painter/ceramist Manuel Cargaleiro at the Manuel Cargaleiro Art Museum as part of the work of students on the MA in Graphic Design.

In this issue of **APeDuC Journal**, in Section 3, entitled **Articulation between Research and Practice in Science, Mathematics and Technology Education**, we report a round table with the reflections of two teacher trainers (co-authors of the article), the communication director of a science museum, a primary school teacher in Portugal and a secondary school teacher in Greece, inspired by the article "Evolution in European and Israeli school curricula - A comparative analysis". The participants highlight the importance of developing educational resources and teacher training programs that enable educators to approach education for sustainability from an evolutionary perspective, starting from the early school years.

In **Section 4** we continue with the editorial policy begun in the last issue. As well as publishing critical book reviews, we welcome suggestions for educational resources with a description of the educational experience of integrating these

integração desses recursos nas suas práticas pedagógicas. Convidamos todos a contribuir para esta secção.

De Portimão, Portugal, chega-nos uma proposta de utilização da simulação PhET “Soluções ácido-base”. A exploração da simulação por alunos 11.º ano, na disciplina de Física e Química, teve como suporte um roteiro com diferentes desafios. De Espanha chega-nos a proposta de uso do artefacto “*rekenrek*” como um recurso para a aprendizagem do número e da numeracia nos primeiros anos de escolaridade. Ainda de Espanha chega-nos o artefacto “*Atelier Topologie 2*” que é composto por uma série de figuras de madeira coloridas que representam determinados objetos. Este recurso tem potencial para representar conteúdos e processos matemáticos (por exemplo, relações geométricas topológicas, projetivas e métricas, simetrias, translações e rotações).

Ainda na secção 4 é apresentado o livro “*Aportaciones al desarrollo del currículo desde la investigación en educación matemática*” publicado em 2022 em Espanha.

Na **Secção 5** deste número damos a palavra a: (a) Jorge Teixeira com a grande entrevista referida acima; (b) Luis Carlos Contreras González que tem tido um papel de destaque na formação de professores de Matemática em Espanha desde há 42 anos; (c) Paulo Correia, professor de Matemática que nos fala da sua transformação enquanto professor e das suas práticas de ensino inovadoras.

A ***APeDuC Revista*** continua a receber submissões para as Secções 1 e 2 e sugestões para as Secções 4 e 5. Agradecemos a confiança de todos os intervenientes: autores, revisores, membros do conselho editorial 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***.

J. Bernardino Lopes  
Diretor | Editor

resources into your teaching practices. We invite everyone to contribute to this section.

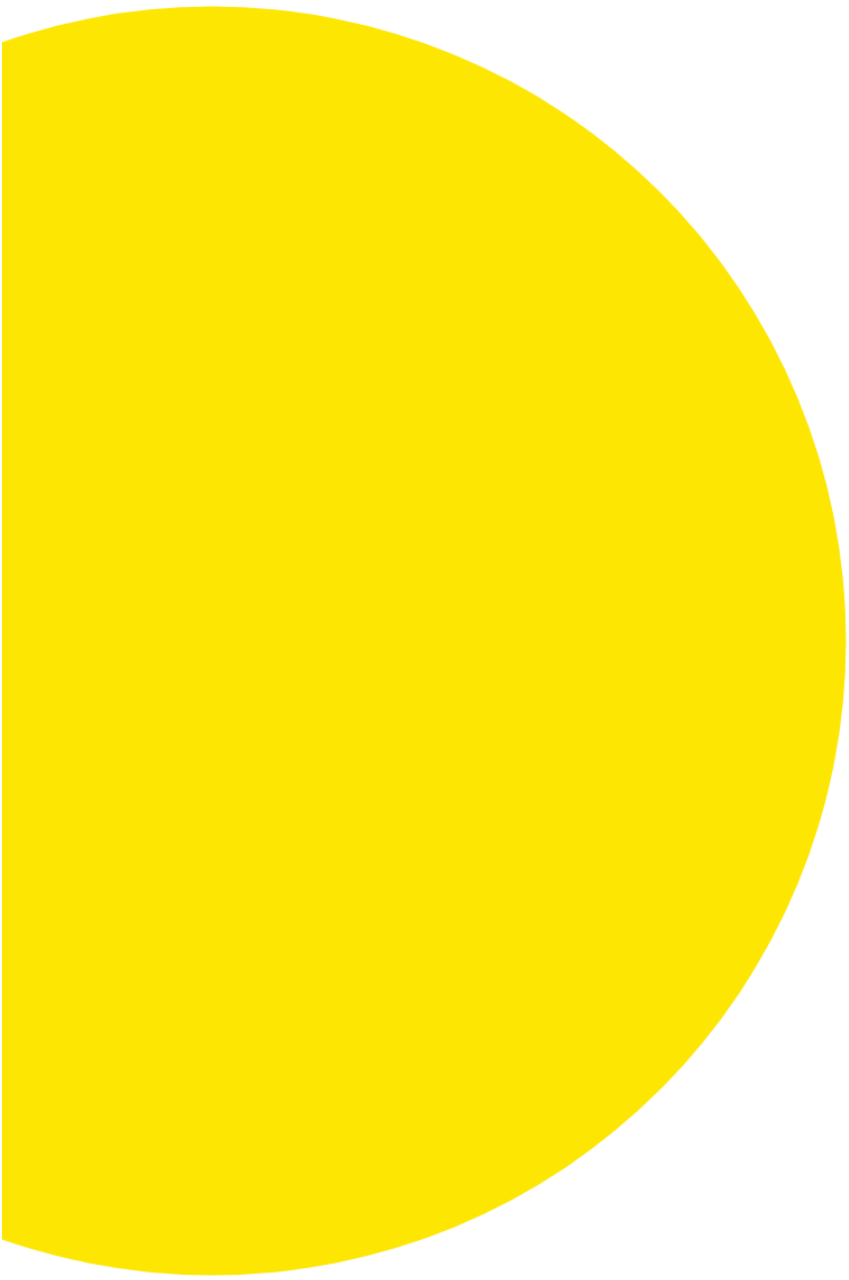
From Portimão, Portugal, we receive a proposal to use the PhET simulation “Acid-base solutions”. The exploration of simulation by 11th grade students, in the Physics and Chemistry discipline, was supported by a guide with different challenges. From Spain comes the proposal to use the “*rekenrek*” artifact as a resource for learning numbers and numeracy in the first years of schooling. Still from Spain, the artifact “*Atelier Topologie 2*” arrives, which is made up of a series of colorful wooden figures that represent certain objects. This resource has the potential to represent mathematical content and processes (e.g. topological, projective and metric geometric relations, symmetries, translations and rotations).

Also, in section 4, the book “Contributions to the development of the curriculum from research into mathematical education” published in 2022 in Spain is presented.

In **Section 5** of this issue we give the floor to: (a) Jorge Teixeira with the great interview mentioned above; (b) Luis Carlos Contreras González who has played a prominent role in the training of Mathematics teachers in Spain for 42 years; (c) Paulo Correia, a Portuguese, Mathematics teacher, who tells us about his transformation as a teacher and his innovative teaching practices.

***APeDuC Journal*** continues to receive submissions for Sections 1 and 2 and suggestions for Sections 4 and 5. We appreciate the trust of all those involved: authors, reviewers, members of the editorial board and readers. Thank you all.

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



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.

---

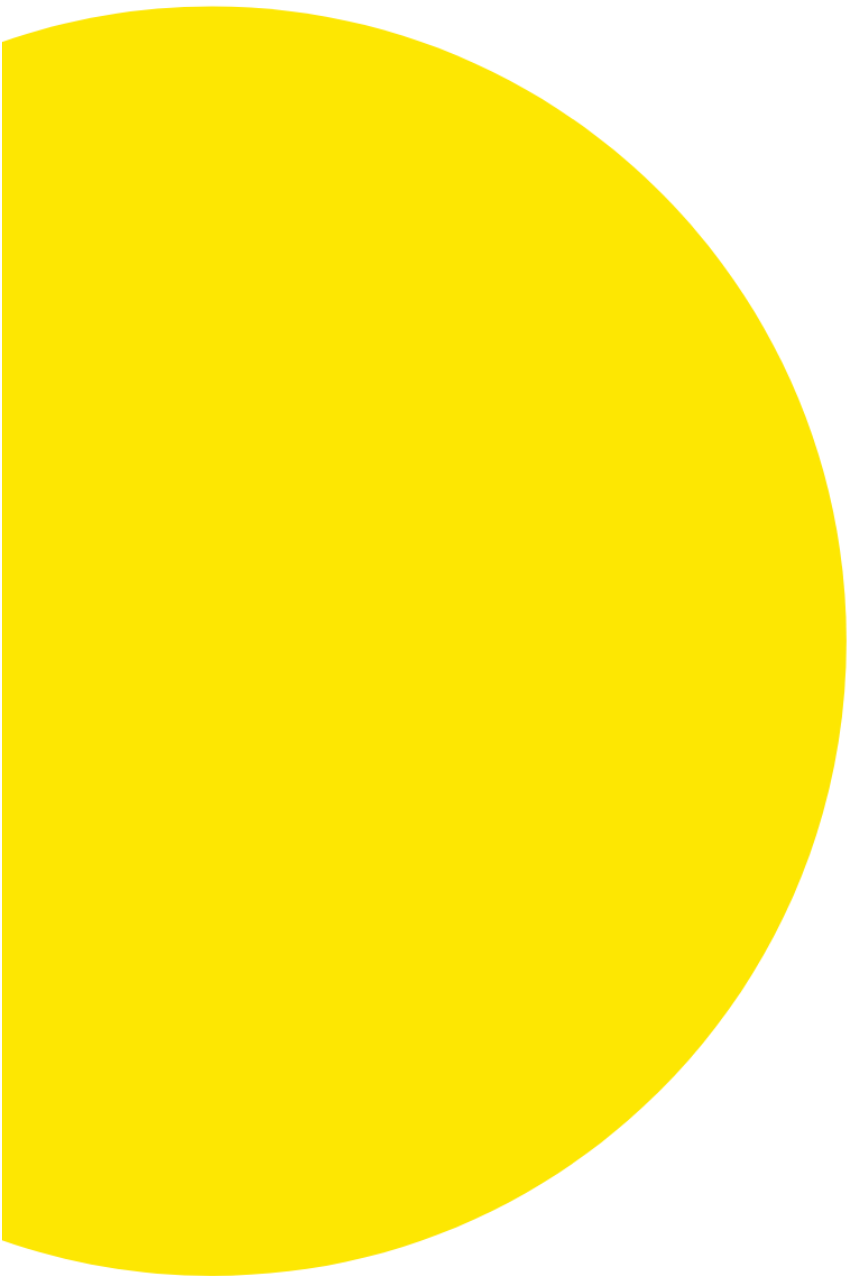
En esta sección se presentarán estudios empíricos o teóricos en/acerca de contextos formales o no formales de Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.



Na **Secção 1, *Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia***, devido à ausência de artigos que correspondam aos padrões de qualidade - estabelecidos no processo de revisão, duplamente cega, por pares especialistas da área e no processo de avaliação editorial - nenhum artigo foi incluído na secção 1 desta edição.

In **Section 1, *Research in Science, Mathematics and Technology Education***, due to the absence of articles that correspond to the quality standards - established in the double-blind review process by peer experts in the field and in the editorial evaluation process - no article was included in section 1 of this edition.

En la **Sección 1, *Investigación en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología***, debido a la ausencia de artículos que correspondan a los estándares de calidad -establecidos en el proceso de revisión doble ciego por pares expertos en la materia y en el proceso de evaluación editorial- no se incluyó ningún artículo en la sección 1 de esta edición.



**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.

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NUM AVIÃO EM VOO PARABÓLICO**  
EXPERIMENTAL ACTIVITIES ON AN AIRPLANE IN PARABOLIC FLIGHT  
ACTIVIDADES EXPERIMENTALES EN UN AVIÓN EN VUELO PARABÓLICO

**José Jorge Teixeira<sup>1</sup> & Armando Assunção Soares<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins, Portugal  
jjsteixeira@gmail.com

<sup>2</sup>ECT-Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

<sup>3</sup>INEGI/LAETA Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial, Portugal  
asoares@utad.pt

**RESUMO** | O Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) tem como principal missão aproximar a ciência aprendida na escola da comunidade local e aprimorar competências experimentais dos alunos. Após o convite da organização *Mentes Empreendedoras* ao coordenador do CEEC para participar num voo parabólico, promovido pela Agência Espacial Portuguesa, foram planificadas, no CEEC, três atividades para serem realizadas durante o voo. Este trabalho tem como principais objetivos: explicar as diferentes fases de um voo parabólico; descrever as atividades realizadas; e apresentar uma análise dos dados recolhidos. Os resultados das atividades mostram que os corpos dentro do avião estiveram sujeitos a acelerações resultantes das várias forças presentes (microgravidade, hipergravidade, gravidade terrestre, gravidade lunar e gravidade marciana) verificando-se a Segunda Lei de Newton para as diferentes acelerações sentidas, no interior do avião. Também foi possível estudar o movimento de uma gota de água sujeita a uma força elétrica, em ambiente de microgravidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microgravidade, Clube de Ciências, Agência Espacial Portuguesa, Ensino não formal, Leis de Newton.

**ABSTRACT** | The main mission of the Experimental Science Teaching Club (CEEC) is to bring the science learnt at school closer to the local community and to improve students' experimental skills. After the *Mentes Empreendedoras* organization invited the CEEC coordinator to take part in a parabolic flight promoted by the Portuguese Space Agency, CEEC planned three activities to be carried out during the flight. The main objectives of this work are: to explain the different phases of a parabolic flight; to describe the activities carried out; and to present an analysis of the data collected. Results of the activities show that bodies inside the airplane were subjected to accelerations resulting from the various forces present (microgravity, hypergravity, terrestrial, lunar and martian gravity) and the Newton's Second Law is verified for the different accelerations felt inside the airplane. Additionally, the movement of a water droplet under an electrical force in microgravity was studied.

**KEYWORDS:** Microgravity, Science Club, Portuguese Space Agency, Non-formal education, Newton's Laws.

**RESUMEN** | La misión principal del Club de Enseñanza de Ciencias Experimentales (CEEC) es acercar la ciencia que se aprende en la escuela a la comunidad local y mejorar las habilidades experimentales de los alumnos. Después de que la organización *Mentes Empreendedoras* invitara al coordinador del CEEC a participar en un vuelo parabólico promovido por la Agencia Espacial Portuguesa, el CEEC planificó tres actividades para realizar durante el vuelo. Los principales objetivos son: explicar las diferentes fases de un vuelo parabólico; describir las actividades realizadas; y presentar un análisis de los datos recogidos. Los resultados muestran que los cuerpos dentro del avión estaban sujetos a aceleraciones resultantes de las diversas fuerzas presentes (microgravedad, hipergravedad, gravedad terrestre, gravedad lunar y gravedad marciana) y la Segunda Ley de Newton se verificó para las diferentes aceleraciones. También se estudió el movimiento de una gota de agua bajo una fuerza eléctrica en un entorno de microgravedad.

**PALABRAS CLAVE:** Microgravedad, Club de Ciencias, Agencia Espacial Portuguesa, Educación no formal, Leyes de Newton.



## 1. INTRODUÇÃO

O Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) teve a sua génese em 2006, no contexto do ensino secundário, com o propósito de estreitar laços entre a ciência aprendida na escola e a comunidade local e científica, além de responder ao interesse expresso por um número considerável de alunos em aprofundar conhecimentos experimentais em ciências e tecnologia. Estes conhecimentos estão diretamente relacionados com os conteúdos do ensino formal e as problemáticas locais, nacionais e mundiais (Teixeira & Soares, 2010, 2015; Teixeira, Soares, & Caramelo, 2016; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b; Teixeira, Teixeira & Soares, 2020). Desde abril de 2022, o CEEC integra a rede nacional de Clubes Ciência Viva na Escola. Neste clube realizam-se atividades semanalmente durante os períodos letivos, e em algumas interrupções letivas, seguindo a cronologia das atividades/projetos do CEEC e o interesse dos alunos. As atividades e projetos desenrolam-se em ambiente não formal, em articulação com o ensino formal, adotando uma metodologia centrada nos alunos. O CEEC apresenta-se como um projeto interdisciplinar, de participação voluntária, aberto às problemáticas da comunidade e às propostas tanto dos alunos como dos professores e propicia a convergência de conteúdos provenientes de diversas áreas científicas (Teixeira, Teixeira & Soares, 2020). Apesar de ser facultativo verifica-se que, desde o ano letivo 2021/2022, todos os alunos do ensino secundário que são alunos do coordenador do CEEC participam, semanalmente, nas atividades/projetos.

Em julho de 2022, o coordenador do CEEC recebeu um convite da organização *Mentes Empreendedoras* para participar no primeiro voo parabólico realizado em Portugal, agendado para o dia 16 de setembro de 2022. Esta experiência singular foi promovida pela Agência Espacial Portuguesa como parte da iniciativa "Zero-G Portugal – Astronauta por um Dia", visando despertar o interesse das gerações mais jovens pelo espaço, através da simulação de ambientes de microgravidade em voos parabólicos. No início de setembro, o coordenador teve a oportunidade de sugerir três atividades experimentais para serem realizadas durante o voo, e que foram sujeitas à aprovação da tripulação da empresa francesa *Novespace*, <https://www.airzerog.com/scientific-research-services/>.

Demonstrando um compromisso inclusivo, o coordenador deu aos alunos do CEEC, que iniciaram o 11.º ano, a oportunidade de apresentarem propostas para as atividades em questão. Estas atividades foram concebidas com o intuito de explorar conceitos, leis, teorias e competências experimentais que os alunos abordaram, no ano letivo anterior, no CEEC e que já estudaram ou vão estudar no ensino formal na área de Física. Das atividades propostas foram selecionadas as seguintes:

- a) Análise da aceleração gravítica no interior do avião e verificação experimental da Segunda Lei de Newton.
- b) Comportamento de gotas de água largadas próximo de um balão eletrizado durante uma manobra de voo parabólico.
- c) Medição da intensidade da força exercida por uma massa suspensa num dinamómetro durante uma manobra de voo parabólico.

Assim, este trabalho tem como principais objetivos explicar as diferentes fases num voo parabólico, descrever as atividades realizadas e apresentar uma análise qualitativa e quantitativa dos dados recolhidos, realizada com os alunos no CEEC.

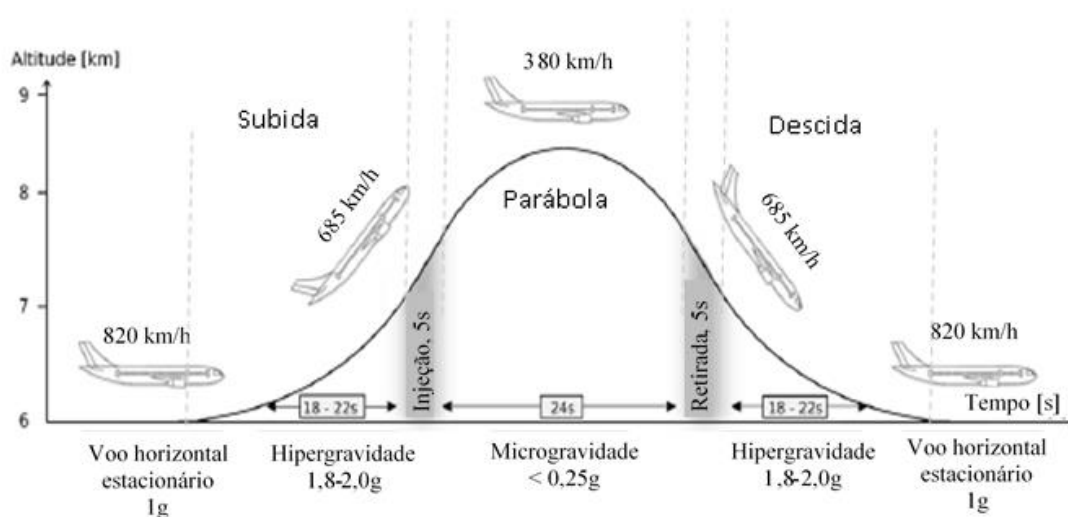
## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

As atividades experimentais referidas tiveram lugar a bordo de um voo parabólico realizado pelo avião Airbus A310, em Beja, Portugal, no ano de 2022. O voo foi realizado no contexto da campanha "Zero-G Portugal – Astronauta por um dia", uma iniciativa promovida pela Agência Espacial Portuguesa (<https://ptspace.pt/pt/home/>). Para além da tripulação de voo, participaram nesta experiência 31 estudantes com idades compreendidas entre os 14 e os 17 anos, o astronauta da Agência Espacial Europeia, Matthias Maurer, e o coordenador do CEEC, entre outros.

Este género de voo caracteriza-se por um tipo específico de trajetória de voo em que o avião segue uma trajetória com uma curva que se assemelha a uma parábola.

O voo parabólico é frequentemente utilizado em várias aplicações, tais como, em testes de aeronaves e equipamentos espaciais, no treino de astronautas e na investigação científica. Os aviões que realizam voos parabólicos são geralmente modificados no interior para proporcionarem, em segurança, períodos curtos de microgravidade ou "gravidade zero" durante a fase da Parábola. Esses voos são importantes para a realização de experiências científicas, uma vez que proporcionam um ambiente de gravidade reduzida que permite estudar fenómenos físicos em condições similares às sentidas pelos astronautas no espaço. Os treinos de astronautas permitem que as tripulações se acostumem às condições de microgravidade e aprendam a realizar tarefas específicas em ambiente de gravidade reduzida (Karmali & Shelhamer, 2008; Pletser, 2020).

Para o avião Airbus A310 realizar a manobra de voo parabólico deve primeiro atingir uma altitude de, aproximadamente, 6 km e uma velocidade de 820 km/h. A esta altitude, após o voo estabilizado, o avião inicia a manobra de subida. A manobra de voo parabólico pode ser dividida em três fases: Subida, Parábola e Descida (Figura 1).



**Figura 1** Representação esquemática do voo parabólico. Figura retirada e alterada de Holubarsch, J., et al. (2019).

Na fase de Subida, partindo do voo horizontal, os pilotos elevam o nariz do avião até atingir um ângulo de ataque de 45-50 graus, em relação à superfície da Terra. Durante cerca de 20 segundos, os passageiros experimentam a hipergravidade, onde o seu peso é 1,8 a 2 vezes

maior do que o seu peso normal na superfície da Terra. Isto é, os ocupantes do avião ficam sujeitos a acelerações superiores à aceleração gravítica normal na superfície terrestre ( $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ ). De seguida, a transição para a fase de Parábola acontece com a manobra de “injeção”, onde o avião adota uma trajetória parabólica, através da redução da velocidade do motor. Durante cerca de 5 segundos o fator de carga vertical varia de  $1,8g$  a  $\sim 0g$ . Na fase de Parábola, simulam-se períodos de microgravidade. Para isso, os pilotos realizam o seguinte procedimento: um piloto ajusta o ângulo de ataque para manter o fator de carga vertical em zero; um segundo piloto mantém o ângulo de rotação em zero (mantendo as asas na horizontal); e o mecânico ajusta a potência dos motores para cancelar o fator de carga longitudinal, compensando o efeito do arrasto (controla a rotação do motor e também monitoriza os parâmetros de voo) (e.g., Pletser & Kumei, 2015; AirZeroG, 2023).

O avião segue então, aproximadamente, uma trajetória balística. A ausência de gravidade começa quando o avião está em “queda livre”, cerca de 20 a 25 segundos, durante a fase de Parábola, enquanto os pilotos mantêm um nível de aceleração próximo de zero nos três eixos para garantir uma precisão de gravidade  $0 \pm 0,02g$  (AirZeroG, 2023).

Finalmente, na fase de Descida o nariz do avião é inclinado cerca de 42 graus para baixo, sendo esta fase simétrica da de Subida. A transição da fase de Parábola para a fase de Descida também dura cerca de 5 segundos. Os pilotos nivelam gradualmente o avião à medida que a rotação do motor aumenta e, mais uma vez, os passageiros experimentam uma aceleração de aproximadamente  $1,8g$  (hipergravidade), durante cerca de 20 segundos, até o avião retornar a um nível de altitude estabilizado (Figura 1).

Tendo em conta a singularidade dos voos parabólicos, estes têm vindo a ser utilizados em atividades educativas envolvendo alunos do ensino superior. Por exemplo, Ockels (1996) destaca que, durante a segunda campanha de voos parabólicos realizada pela Agência Espacial Europeia (ESA) para estudantes, 55 alunos de 11 países conduziram experiências em diversas áreas das ciências, tais como física geral, fluidos, ótica, biologia, tecnologia, entre outras. Matthews et al. (2012) referem que um grupo de alunos de licenciatura da Universidade Politécnica do Estado da Califórnia, participou no Programa *Reduced Gravity* da NASA. Este programa foca-se na resolução de desafios de engenharia de sistemas em microgravidade.

Em Portugal duas equipas de alunos do Departamento de Física da Faculdade de Ciências, da Universidade do Porto, foram selecionadas para participar numa campanha de voos parabólicos. Os projetos apresentados tiveram por finalidade estudar o escoamento de fluidos em condições de gravidade zero e a deteção de fugas de gases em naves espaciais (European Space Agency, 2004).

Partilhamos da opinião de que a temática dos voos parabólicos pode ser incorporada em atividades educativas, nos ensinamentos básico e secundário, e exploradas em clubes de ciências. Por exemplo, quatro estudantes do ensino secundário investigaram formas de fazer agricultura no espaço através de um projeto que foi aprovado para ser testado num voo de baixa gravidade Buckley (2019).

A oportunidade de realizar atividades e analisar dados recolhidos em ambiente de microgravidade possibilita a exploração de conceitos fundamentais de física, tais como microgravidade, aceleração e força, de uma forma prática, envolvente e motivadora. Também

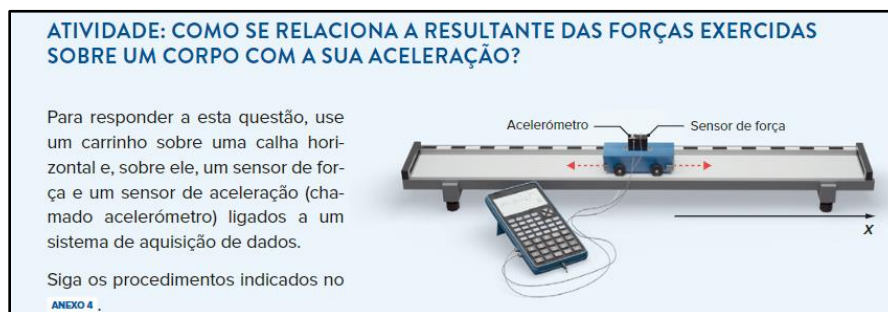
podem ser investigados fenômenos físicos que estimulem o interesse dos alunos pelas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM).

As próximas subsecções indicam como foram contextualizadas as atividades experimentais, realizadas durante o voo parabólico, tendo por base as aprendizagens essenciais.

## 2.1 Aceleração gravítica no interior do avião e verificação experimental da Segunda Lei de Newton

Durante o voo parabólico os ocupantes do avião estão sujeitos a acelerações decorrentes das várias forças presentes, as quais variam aproximadamente entre  $0g$  e  $1,8g$ . A resultante das forças exercidas sobre um corpo dentro do avião, em cada instante, deve obedecer à Segunda Lei de Newton. Assim, na primeira atividade, pretende-se fazer uma análise da aceleração sentida no interior do avião e verificar se existe uma relação linear entre a resultante das forças exercidas e a aceleração de um corpo.

A atividade “análise da aceleração gravítica no interior do avião e verificação experimental da Segunda Lei de Newton” foi contextualizada com base nas aprendizagens essenciais de Física e Química A do 11.º ano (Ministério da Educação, 2018a) e no manual adotado (Ventura et al., 2022). Destas abordaram-se, no CEEC e no ensino formal, as aprendizagens essenciais que mobilizam as Leis de Newton, principalmente a Lei Fundamental da Dinâmica, e a aprendizagem essencial relativa à determinação experimental da aceleração da gravidade num movimento de queda livre, investigando se depende da massa dos corpos. Do manual adotado realizou-se a atividade indicada na Figura 2, fundamental para os alunos aprenderem a recolher dados, em simultâneo, do sensor de força e do acelerómetro.



**Figura 2** Proposta no manual adotado relativa à obtenção da relação entre a resultante das forças exercidas sobre um corpo com a sua aceleração. Figura retirada de Ventura et al. (2022).

Também foi resolvido e discutido o exercício da Figura 3, relativo à aplicação da Segunda Lei de Newton em referenciais não inerciais em relação à Terra.

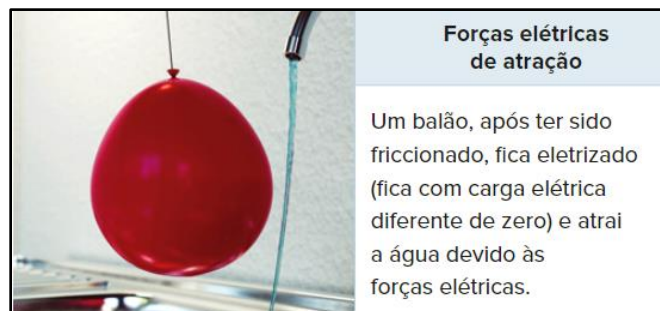
34. Uma pessoa de 60 kg está num elevador em cima de uma balança-dinamómetro. Qual é a intensidade da força exercida pela pessoa na balança se o elevador descer:
- 34.1 no arranque, com aceleração de módulo  $4,0 \text{ m s}^{-2}$ ?
  - 34.2 com velocidade constante?
  - 34.3 na travagem, com aceleração de módulo  $4,0 \text{ m s}^{-2}$ ?
  - 34.4 e o seu cabo partir?

**Figura 3** Exercício proposto pelo manual relacionado com a aplicação da Segunda Lei de Newton. Figura retirada de Ventura et al. (2022).

## 2.2 Comportamento de gotas de água largadas próximo de um balão eletrizado

Durante a fase de Parábola do voo, os corpos no interior do avião encontram-se em condições de microgravidade, permitindo assim o estudo do efeito da força eletrostática aplicada numa gota de água, uma vez que, nesta situação, a força gravitacional é pouco significativa.

A atividade “comportamento de gotas de água largadas próximo de um balão eletrizado durante uma manobra de voo parabólico” também foi estruturada tendo por base as aprendizagens essenciais de Física e Química A do 11.º ano e os manuais adotados nos 10.º e 11.º anos. Assim, foi dado destaque à aprendizagem essencial que associa o conceito de força a uma interação entre dois corpos e identifica as interações fundamentais da natureza que, no caso desta atividade, são a força gravítica e a componente elétrica da interação eletromagnética. Também foram abordadas as aprendizagens essenciais relativas à investigação experimental do movimento de um corpo quando sujeito a uma resultante de forças nula e a uma não nula e a resolução de problemas de movimentos retilíneos uniformemente variados (Ministério da Educação, 2018a). O manual adotado, no 11.º ano, apresenta uma subsecção relativa às quatro interações fundamentais da natureza (Ventura et al., 2022). A Figura 4 ilustra, nessa subsecção, uma situação em que as forças elétricas se manifestam e que esteve na génese da escolha desta atividade pelos alunos.



**Figura 4** Figura que ilustra uma situação em que as forças elétricas se manifestam. Figura retirada de Ventura et al. (2022).

Para analisar os dados obtidos nesta atividade, procedeu-se à revisão da construção de gráficos de pontos e à determinação de regressões lineares e quadráticas, e exploraram-se algumas atividades laboratoriais apresentadas nos manuais adotados como, por exemplo, movimento de um corpo sujeito a uma força resultante não nula e nula e movimento vertical de queda e ressalto de uma bola (Ventura et al., 2021, 2022).

### **2.3 Medição da intensidade da força exercida por uma massa suspensa num dinamómetro**

Durante o voo parabólico a intensidade da resultante das forças exercidas num corpo, no interior do avião, pode ser medida com um dinamómetro.

A atividade “medição da intensidade da força exercida por uma massa suspensa num dinamómetro durante uma manobra de voo parabólico” foi contextualizada com base na aprendizagem essencial de Físico-Química, do 7.º ano, distinguir os conceitos de peso e massa de um corpo, relacionando-os a partir de uma atividade experimental (Ministério da Educação, 2018b). Com esta atividade, pretendia-se fazer uma análise qualitativa dos dados para ser divulgada junto dos alunos do 7.º ano de escolaridade, de forma a estimular a próxima geração a pensar sobre o espaço e as potencialidades da microgravidade.

## **3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO**

Para articular conhecimentos do ensino formal na área de Física e integrar o voo parabólico nas atividades do CEEC, seguimos a metodologia descrita em Teixeira, Teixeira & Soares (2020). De forma resumida, destacamos os seguintes pontos:

- debate de ideias moderado pelo professor;
- escolha, pelos alunos, das atividades com o objetivo de motivar os alunos para as potencialidades da microgravidade e de promover a criatividade e a exploração de ideias;
- tarefas propostas pelo professor, com o objetivo de orientar e fornecer os conhecimentos necessários à concretização da análise dos dados recolhidos nas atividades experimentais;
- articulação das atividades com o ensino formal/currículo em que o professor desempenha um papel de mediador, enquanto os alunos assumem a responsabilidade pela sua própria aprendizagem;
- análise e tratamento de dados em ambiente não formal;
- apoio individualizado aos alunos que não estejam a atingir os objetivos propostos.

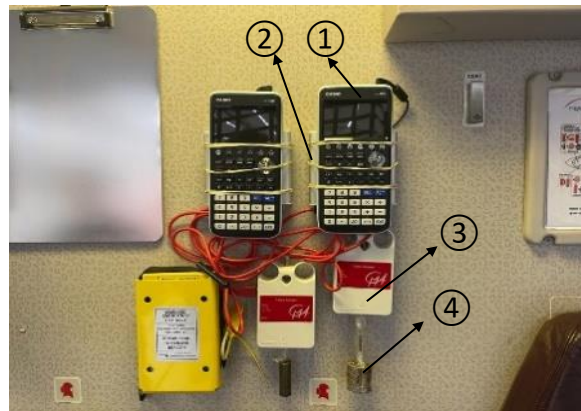
Neste projeto, participaram 15 alunos, da mesma turma, distribuídos por três grupos de cinco alunos com representação dos dois géneros. Cada grupo foi responsável pela análise e tratamento dos dados recolhidos de uma das três atividades. Contudo, os três grupos têm a possibilidade de trocar ideias, fazer sugestões e auxiliarem-se uns aos outros. O desenvolvimento do projeto ocorreu no ano letivo 2022/2023.

Nas próximas subsecções, são descritas as atividades experimentais realizadas durante o voo.



### 3.1 Aceleração gravítica no interior do avião e verificação experimental da Segunda Lei de Newton

Foram montadas duas experiências, em duplicado, no interior do avião com o objetivo de recolher dados sobre a aceleração sentida pelos passageiros e o peso das massas suspensas (Figura 5). Cada experiência consistiu em registar, em intervalos de um segundo, a aceleração e o peso de uma massa suspensa durante as manobras parabólicas. As leituras foram efetuadas utilizando o sistema de aquisição e tratamento de dados da CASIO (calculadora gráfica fx-CG50, CLAB e aplicação *Data Logger*), o acelerómetro de três eixos integrado no CLAB e um sensor de força ligado ao CLAB. O CLAB está ligado a uma calculadora gráfica, na qual está instalada a aplicação *Data Logger* para registo dos dados obtidos.



**Figura 5** Montagem experimental no interior do avião. ① – Calculadora gráfica, ② – CLAB, ③ – Sensor de força, ④ – Massa suspensa.

A opção pelo sistema de aquisição de dados da CASIO foi determinada tendo em consideração que este equipamento é amplamente utilizado pelos alunos nas diversas atividades desenvolvidas no CEEC.

### 3.2 Comportamento das gotas de água largadas próximo de um balão eletrizado

Por razões de segurança, a condução desta atividade foi realizada de forma manual, com o operador devidamente fixado a um dos bancos do avião. Este segurou uma pipeta de Beral, contendo 3 mL de água, numa das mãos, enquanto na outra segurava um balão (previamente insuflado com ar) que fora friccionado no fato de voo (Figura 6).

Durante a manobra de voo parabólico, o operador foi largando gotas de água enquanto o processo foi filmado por um dos elementos da tripulação.

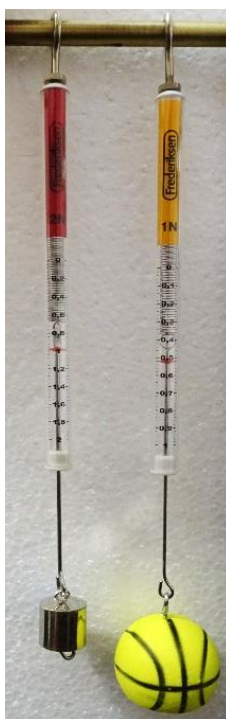


*Figura 6* Procedimento para a execução da atividade das gotas de água.

### **3.3 Medição da intensidade da força exercida por uma massa suspensa num dinamómetro**

Por questões de segurança, esta atividade também foi realizada manualmente com o operador preso a um dos bancos do avião. Este segurou em cada uma das mãos um dinamómetro, de alcances 1 N e 2 N, com uma massa suspensa (Figura 7). Como a aceleração varia, aproximadamente, de  $0g$  a  $2g$ , foram escolhidas massas de modo que os valores indicados pelos dois dinamómetros estejam a meio da escala quando o valor da aceleração é  $g$  (antes do voo).

Durante a manobra de voo parabólico o operador apenas teve de segurar os dinamómetros, os quais foram filmados por um dos elementos da tripulação.

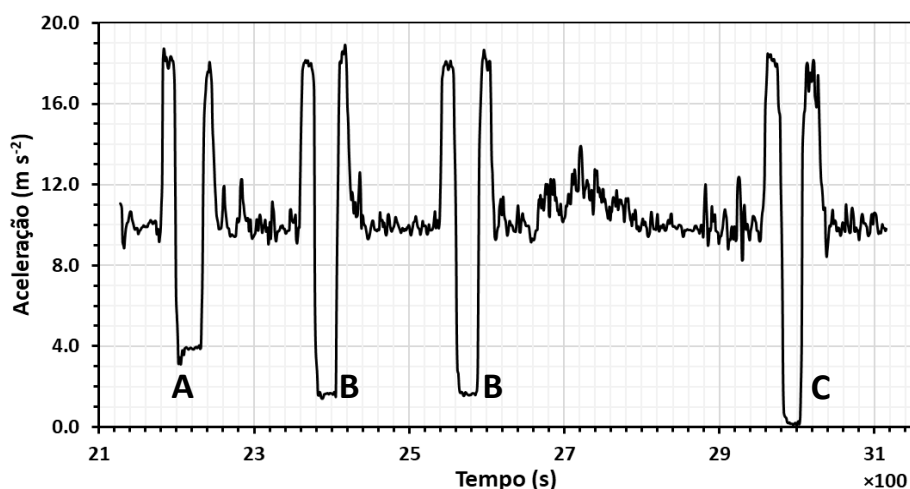


**Figura 7** Material utilizado na medição da intensidade da força exercida por uma massa suspensa num dinamómetro durante uma manobra de voo parabólico.

#### **4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS**

As atividades aceleração gravítica no interior do avião e verificação experimental da Segunda Lei de Newton, consistiram na análise e tratamento dos dados recolhidos pelo sistema de aquisição da CASIO (calculadora gráfica fx-CG50, CLAB e aplicação *Data Logger*), pelo acelerómetro de três eixos integrado no CLAB e por um sensor de força ligado ao CLAB.

O registo da aceleração no interior do avião permitiu obter o gráfico da aceleração em quatro situações correspondentes a voos parabólicos na fase de Parábola; na primeira Parábola foi simulada a aceleração gravítica em Marte (A), na segunda e terceira Parábolas foi simulada a aceleração gravítica na Lua (B) e na quarta parábola obteve-se a condição de microgravidade (C), Figura 8. A simulação de cada uma das parábolas segue a sequência de voo representada na Figura 1, com o avião a ajustar o ângulo de ataque de acordo com a aceleração gravítica que se pretende simular (*e.g.*, Ritzmann et al., 2015).



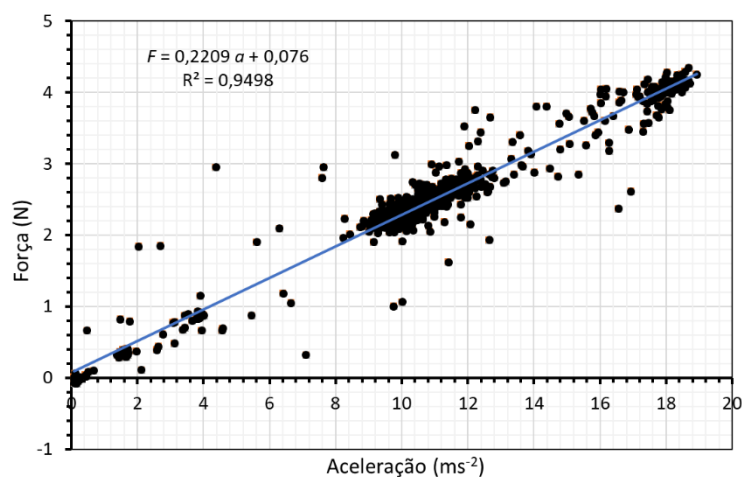
**Figura 8** Aceleração sentida no interior do avião, durante o voo que simulou a gravidade de Marte (A), a gravidade da Lua (B) e a condição de microgravidade (C).

A partir dos valores das acelerações sentidas no interior do avião durante as fases de Parábola para as simulações das acelerações da gravidade em Marte e na Lua, obteve-se o valor médio de  $3,97 \text{ m/s}^2$  para a aceleração de Marte e os valores médios  $1,59 \text{ m/s}^2$  e  $1,62 \text{ m/s}^2$  para a aceleração da gravidade lunar. Comparando com os valores tabelados da aceleração da gravidade em Marte ( $3,71 \text{ m/s}^2$ ) e na Lua ( $1,62 \text{ m/s}^2$ ), obteve-se uma diferença relativa percentual de 7% para a aceleração gravítica em Marte e de 1,9% e 0,0% para a aceleração gravítica na Lua. Estes resultados apresentam uma boa concordância com os valores tabelados e foram calculados a partir da seguinte equação

$$\text{diferença relativa percentual} = \left| \frac{\text{valor medido} - \text{valor tabelado}}{\text{valor tabelado}} \right| \times 100\%$$

No quarto voo parabólico foram criadas as condições de microgravidade com valor médio de  $0,16 \text{ m/s}^2$ .

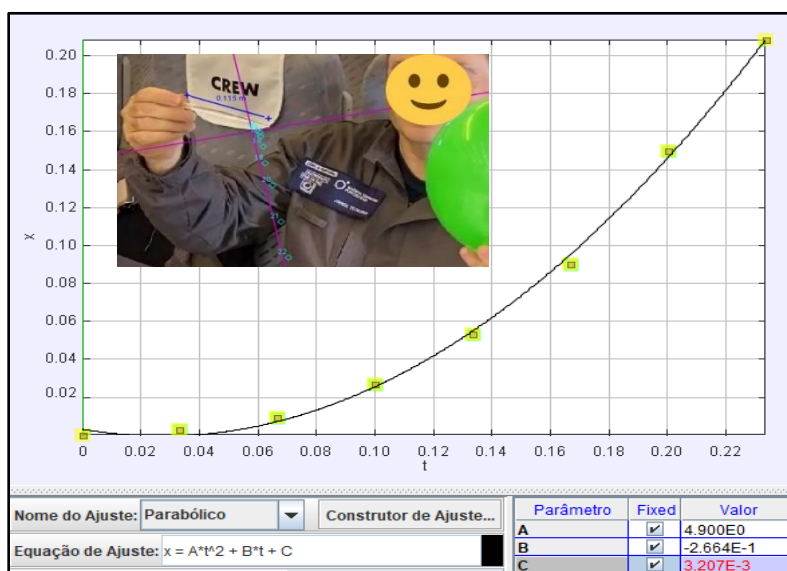
Para a verificação da Segunda Lei de Newton construiu-se o gráfico da força sentida por uma massa de 217,0 g em função da aceleração (Figura 9). Do declive da reta de melhor ajuste retirou-se o valor da massa de 220,9 g. A diferença relativa percentual entre o valor da massa medida e a obtida pelo declive da reta é de 1,8%, pelo que existe uma boa concordância entre os dois valores. A dispersão dos pontos em torno da reta de melhor ajuste pode dever-se à existência de vibrações durante o voo.



**Figura 9.** Força em função da aceleração ao longo do voo parabólico.

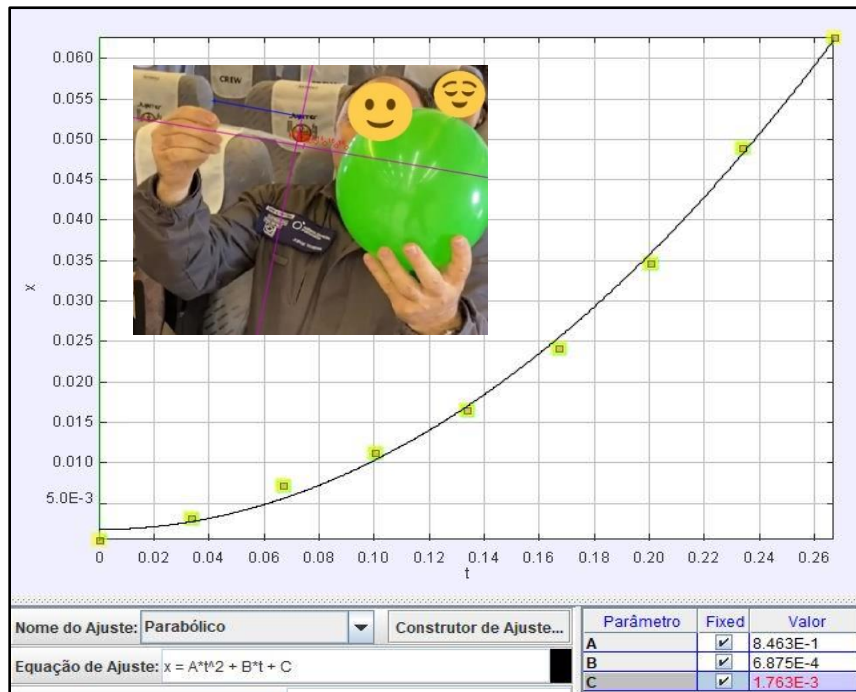
Na atividade do comportamento das gotas de água largadas próximo de um balão eletrizado, os alunos que analisaram os dados desta atividade constataram, através da análise do vídeo enviado pela tripulação de voo, que as gotas de água, ao serem libertadas da pipeta, seguiam uma trajetória que parece horizontal e retilínea quando o avião se encontrava na trajetória de microgravidade. Além disso, foi possível observar que o movimento das gotas é acelerado e que são atraídas pelo balão, aderindo a este. Quando o avião entra na trajetória de hipergravidade, a água solta-se do balão em direção ao chão do avião.

Através do vídeo, os alunos puderam analisar o movimento de duas gotas utilizando a ferramenta gratuita de análise e modelagem de vídeo, o *Tracker*. O movimento da primeira gota ocorreu durante a trajetória horizontal do avião, com a posição de onde a gota sai da pipeta a aproximadamente a 20 cm do balão. Na Figura 10, apresenta-se a análise do movimento desta gota. A partir dos parâmetros da regressão quadrática, determinou-se a sua aceleração, que é o dobro do parâmetro **A** indicado na Figura 10, tendo o valor de 9,80 m/s<sup>2</sup>.



**Figura 10** Análise do movimento vertical de uma gota, na fase da trajetória horizontal do avião, com a ferramenta Tracker.

O movimento da segunda gota deu-se durante a fase de microgravidade do avião, com a gota a ser libertada a aproximadamente 7 cm do balão. Seguindo uma abordagem semelhante à da primeira gota, os alunos analisaram o movimento da segunda gota, resultando numa aceleração, no sentido do balão, com um valor de  $1,69 \text{ m/s}^2$  (o dobro do parâmetro **A**), conforme representado na Figura 11.

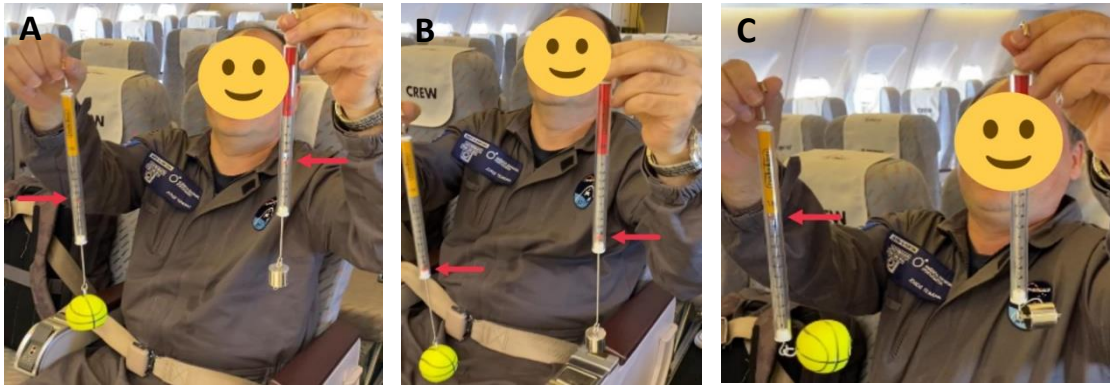


**Figura 11** Análise do movimento horizontal de uma gota, na fase de microgravidade, com a ferramenta *Tracker*.

Assim, para o caso experimentado, verificámos que a força gravítica antes de iniciar a manobra de voo parabólico é, aproximadamente, seis vezes superior à força elétrica, tornando clara a influência que o balão eletrizado tem na trajetória do fluxo da água quando está nas suas imediações, conforme ilustra a Figura 4.

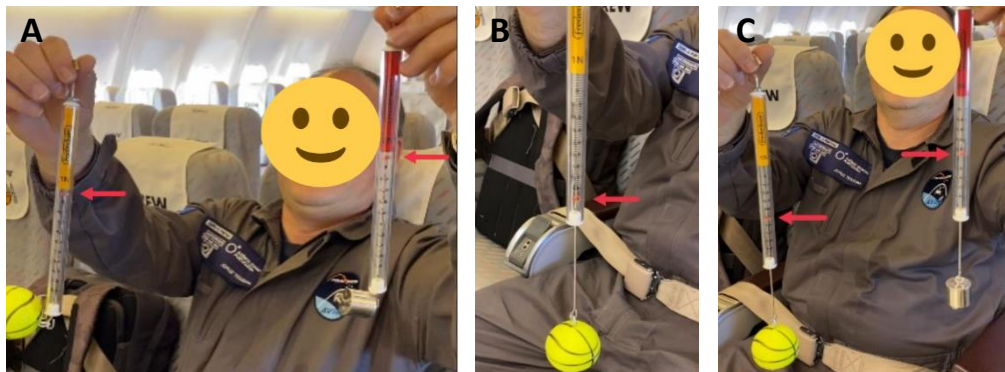
Na atividade medição da intensidade da força exercida por uma massa suspensa num dinamómetro, constatou-se que, durante o voo horizontal, os valores indicados no dinamómetro situavam-se a meio da escala. As setas vermelhas indicam os valores registados pelos marcadores dos dinamómetros. Esses valores correspondem à aceleração  $g$ , sentida no avião (Figura 12A). Na fase de subida da trajetória (hipergravidade), os valores indicados aumentaram progressivamente até quase atingirem o final da escala dos dinamómetros. Quando atingiram os valores máximos, a aceleração atingiu, aproximadamente,  $2g$  (Figura 12B). Na região ascendente da fase parabólica (microgravidade), as massas ficaram em estado de flutuação, e os valores marcados nos dinamómetros foram, aproximadamente, zero (Figura 12C).





**Figura 12** Valores assinalados pelos dinamómetros (seta vermelha) na primeira metade da trajetória do voo parabólico. A – Voo horizontal, B – Zona de hipergravidade, C – Zona de microgravidade.

Na região descendente da trajetória, observa-se o processo simétrico. Na região de microgravidade (segunda metade da parábola), as massas suspensas continuam a flutuar e os dinamómetros indicam zero newtons (Figura 13A); na zona de hipergravidade, os valores indicados atingem aproximadamente o máximo da escala (Figura 13B); durante o voo horizontal, os valores indicados no dinamómetro situam-se a meio da escala e a aceleração sentida dentro do avião volta a ser aproximadamente  $g$  (Figura 13C).



**Figura 13** Valores assinalados pelos dinamómetros (seta vermelha) na segunda metade da trajetória do voo parabólico. A – Zona de microgravidade, B – Zona de hipergravidade, C – Voo horizontal.

A avaliação da aprendizagem dos alunos durante a realização deste projeto centrou-se nos parâmetros de avaliação das atividades/projetos do CEEC: assiduidade, integração do projeto no ensino formal, desenvolvimento de áreas de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins et al., 2017) e partilha do trabalho com a comunidade escolar, local ou científica.

A assiduidade dos alunos foi de 95,0%. O carácter voluntário do CEEC e a elevada assiduidade mostram o interesse dos alunos pelo projeto desenvolvido. A ligação do ensino formal ao projeto esteve sempre presente no CEEC, como é referido na secção 2 deste trabalho. Este foi integrado no ensino formal dos alunos na componente de Física, onde as três atividades acabaram por estar na génese de debates e questões-problema em algumas aulas de mecânica. Os alunos que participaram no projeto não tiveram dificuldades em obter retas e curvas de ajuste aos dados experimentais, tanto nos testes de avaliação quanto nas atividades laboratoriais do ensino formal. Relativamente à partilha do trabalho, foi elaborado um poster, com a participação



de todos os alunos, para o Encontro Nacional Clubes Ciência Viva na Escola de 2023, o qual está exposto na escola. O coordenador do CEEC foi convidado a partilhar o trabalho no Fórum do Sucesso Escolar do Alto Tâmega e Barroso, integrando o painel das práticas pedagógicas diferenciadoras. No dia do Agrupamento está prevista a realização de uma palestra pelos alunos do CEEC para a apresentação de alguns resultados à comunidade escolar e local. Também está prevista uma comunicação no próximo Encontro Ibérico para o Ensino da Física. No que diz respeito às áreas de competências do PASEO, os alunos trabalharam 7 das 10 competências (70%), nomeadamente: linguagens e textos, Informação e comunicação, raciocínio e resolução de problemas, pensamento crítico e criativo, relacionamento interpessoal, desenvolvimento pessoal e autonomia e saber científico, técnico e tecnológico. Destas, aquelas que mais motivaram os alunos foram: o saber científico, técnico e tecnológico que ajudou a compreender a importância e alguma da ciência dos voos de microgravidade; o relacionamento interpessoal abordado nos contextos de cooperação e partilha; e o desenvolvimento pessoal e autonomia na identificação de áreas de interesse ligadas à exploração do espaço, na necessidade de utilizarem novas ferramentas (*Tracker*) e na articulação de conteúdos disciplinares com conhecimentos da comunidade científica.

As atividades realizadas apresentam limitações ao nível das filmagens. Apenas foi possível fazer uma filmagem de cada atividade. Além disso, não tivemos controle sobre o modo como as filmagens foram realizadas. Contudo, apesar de, por vezes, as imagens estarem ligeiramente desfocadas, estas não comprometeram as conclusões obtidas.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os valores tabelados das acelerações gravíticas em Marte e na Lua, com os valores da aceleração previstos para o voo parabólico e com a Segunda Lei de Newton.

As atividades realizadas permitiram conciliar o ensino formal com o não formal, aplicar conhecimentos em situações reais do interesse dos alunos, aliar a tecnologia à análise e tratamento de dados experimentais e partilhar o trabalho desenvolvido com vários atores ligados ao sistema educativo (comunidade escolar, comunidade local e participantes em encontros de educação e ciência). Os alunos tiveram a oportunidade de participar em atividades relacionadas com STEM e ganhar experiência com projetos desafiantes. Estas atividades foram utilizadas para motivar os alunos, despertar o interesse pela ciência e engenharia na sala de aula e estimular os alunos a refletir sobre o espaço e as potencialidades da microgravidade. Este projeto está alinhado com as políticas educativas, nomeadamente a promoção do ensino experimental através dos Clubes Ciência Viva e o desenvolvimento das competências indicadas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória.

Os resultados deste trabalho têm implicações pelo menos a três níveis. Em primeiro lugar, é altamente recomendável que a Agência Espacial Portuguesa repita a iniciativa de voos em microgravidade nos próximos anos de modo a despertar, pelo menos nos alunos dos ensinos básico e secundário, o interesse pela área STEM ligada à exploração do espaço. Em segundo lugar, destacam a importância da articulação dos conteúdos disciplinares pelos professores, de modo que projetos/atividades capazes de despertar o interesse dos alunos pela ciência possam ser desenvolvidos durante o ensino formal. Finalmente, pelo interesse e empenho demonstrado

pelos alunos, apontam para a necessidade de dar menos peso aos testes e mais ênfase a atividades que aproximem a escola e a ciência da comunidade escolar e científica.

## REFERÊNCIAS

- AirZeroG. (2023, January 4). How Parabolic Flights Work. <https://www.airzerog.com/zero-g-flights-how-it-works/>
- Buckley, D. (2019, May 27). *Students investigating ways of growing crops in space to have project tested on low gravity flight*. <https://www.irishexaminer.com/news/arid-30926789.html>
- European Space Agency. (2004, March 8). *Estudantes de Física do Porto vão voar em Gravidade Zero*. [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Portugal/Estudantes de Fisica do Porto vao voar em Gravidade Zero](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Estudantes_de_Fisica_do_Porto_vao_voar_em_Gravidade_Zero)
- Holubarsch, J., Helm, M., Ringhof, S., et al. (2019). Stumbling reactions in hypo and hyper gravity – muscle synergies are robust across different perturbations of human stance during parabolic flights. *Scientific Reports*, 9, 10490. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47091-x>
- Karmali, F., & Shelhamer, M. (2008). The dynamics of parabolic flight: flight characteristics and passenger percepts. *Acta Astronautica*, 63(5-6), 594-602. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2008.04.009>
- Martins, G., et al. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE).
- Matthews, K., Motiwala, S., Edberg, D. L. & García-Llama, E. (2012). Flight mechanics experiment onboard NASA's zero gravity aircraft. *Journal of Technology and Science Education (JOTSE)*, 2(1), 4-12. <https://raco.cat/index.php/JOTSE/article/view/254535>
- Ministério da Educação. (agosto de 2018b). *Aprendizagens essenciais, articulação com o perfil dos alunos. 11.º ano Físico-Química*. [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens Essenciais/11 fq a.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_fq_a.pdf)
- Ministério da Educação. (julho de 2018a). *Aprendizagens essenciais, articulação com o perfil dos alunos. 9º ano Físico-Química*. [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens Essenciais/3 ciclo/fisico-quimica 3c 7a ff.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/fisico-quimica_3c_7a_ff.pdf)
- Ockels W. J. (1996). The Second Parabolic Flight Campaign for Students. *ESA Bulletin*, (85), 31-37. <https://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet85/ocke85.htm>
- Pletser, V. & Kumei, Y. (2015). Parabolic flights. In D. A. Beysens & J. J. W. van Loon (Eds.), *Generation and Applications of Extra-Terrestrial Environments on Earth* (pp. 61-73). River Publishers.
- Pletser, V. (Ed.). (2020). Aircraft Parabolic Flights: A Gateway to Orbital Microgravity and Extra-Terrestrial Planetary Gravities. In V. Pletser (Ed.), *Preparation of Space Experiments (Ch. 2)*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.93464>
- Ritzmann, R., Freyler, K., Weltin, E., Krause, A., & Gollhofer A. (2015). Load Dependency of Postural Control - Kinematic and Neuromuscular Changes in Response to over and under Load Conditions. *PLoS ONE* 10(6): e0128400. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128400>
- Sousa, D., Fernandes, D., Ponte, J., Teixeira, J., Verdasca, J., Gradeço, J., Matos, M., Ramalho, S., Rodrigues, S. & Peralta, S. (2021). *Apoio ao Desenvolvimento das Aprendizagens e ao Desenvolvimento Socioemocional e do Bem-Estar durante e pós-Pandemia*. DGE/PNPSE | Ministério da Educação. <https://escolamais.dge.mec.pt/sites/default/files/2021-10/RelatorioGrupoTrabalhoDespacho38662021.pdf>
- 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). Universidade de Aveiro.

- Teixeira, J. J., & Soares, A. A. (2015). Clube do ensino experimental das ciências: um espaço de promoção de ciência e tecnologia. In M. Gomes, G. Figueira, C. Portela, P. Abreu, & T. Peña (Eds.), *Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 183-184). IST Press.
- Teixeira, J. J., Soares, A. A., & Caramelo, L. (2016). Clube do ensino experimental das ciências no agrupamento de escolas Fernão de Magalhães. *Revista Interações*, 11(39), 552-563. <https://doi.org/10.25755/int.8758>
- 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. 23-32). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. [https://vpct.utad.pt/wp-content/uploads/2020/02/VPCT2018-Atas-ISBN\\_FINAL\\_compressed.pdf](https://vpct.utad.pt/wp-content/uploads/2020/02/VPCT2018-Atas-ISBN_FINAL_compressed.pdf)
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2019a). Proposal of a methodology for an active learning in sciences. *Millenium - Journal of Education, Technologies, and Health*, 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>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2020). Ensinar, aprender e divulgar ciência: Do clube de ciências experimentais à criação de um centro de recursos. *APeDuC Revista | APeDuC Journal*, 1(2), 91-106. <https://apeducrevista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/101>
- Ventura, G. Fiolhais, M. & Fiolhais C. (2021). *10F. Física e Química A – 10.º ano. Física*. Texto Editores.
- Ventura, G. Fiolhais, M. & Fiolhais C. (2022). *11F. Física e Química A – 11.º ano. Física*. Texto Editores.

## O CONTRIBUTO DA CASA DO MONTADO PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

THE CONTRIBUTION OF THE CASA DO MONTADO FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

LA CONTRIBUCIÓN DE LA CASA DO MONTADO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

**Isabelly Tourinho, Andreia Sousa & Isabel Ramos**

Universidade de Évora, Portugal  
isabellygattibio@gmail.com

**RESUMO** | Este estudo decorreu na Casa do Montado, situada em Évora, Portugal, um espaço de ensino não formal que recebe visitantes de todo o mundo. Este tipo de ensino é fiel aos valores de construção de identidade coletiva e promove a compreensão das diferenças em distintos contextos culturais. Assim sendo, a pesquisa pretende verificar o contributo da Casa do Montado para a conservação da biodiversidade, desde sua inauguração em 2020 até 2023, recebendo um total de 455 visitantes. Para enriquecer a experiência dos visitantes, foram desenvolvidas estratégias organizacionais de dinamização do local em foco. Após a implementação, procedeu-se à análise das avaliações escritas, tanto físicas como online para os adultos, e disponibilizou-se um painel para desenhos destinado às crianças. Este estudo revelou uma melhoria significativa na dinâmica operacional da Casa do Montado e o seu contributo social, cultural e ambiental após a aplicação das práticas mencionadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Espaço não formal, Ensino, Ciências, Ecossistema, Alentejo.

**ABSTRACT** | This study took place at Casa do Montado, located in Évora, Portugal, a non-formal teaching space that receives visitors from all over the world. This type of teaching is faithful to the values of building collective identity and promotes the understanding of differences in different cultural contexts. Therefore, the research aims to verify the contribution of Casa do Montado to the conservation of biodiversity, from its inauguration in 2020 to 2023, receiving a total of 455 visitors. To enrich the visitors' experience, organizational strategies were developed to boost the location in focus. After implementation, written assessments were analyzed, both physical and online for adults, and a drawing panel was made available for children. This study revealed a significant improvement in the operational dynamics of Casa do Montado and its social, cultural and environmental contribution after applying the mentioned practices.

**KEYWORDS:** Non-formal space, Teaching, Science, Ecosystem, Alentejo.

**RESUMEN** | Este estudio tuvo lugar en la Casa do Montado, ubicada en Évora, Portugal, un espacio de enseñanza no formal que recibe visitantes de todo el mundo. Esta modalidad de enseñanza es fiel a los valores de construcción de identidad colectiva y promueve la comprensión de las diferencias en diferentes contextos culturales. Por tanto, la investigación tiene como objetivo verificar la contribución de la Casa do Montado a la conservación de la biodiversidad, desde su inauguración en 2020 hasta 2023, recibiendo un total de 455 visitantes. Para enriquecer la experiencia del visitante, se desarrollaron estrategias organizativas para el lugar en cuestión. Después de la implementación, las evaluaciones físicas y escritas se analizaron en línea para adultos y se puso a disposición de los niños un portapapeles. Este estudio reveló una mejora significativa en la dinámica operativa de la Casa do Montado y en su contribución social, cultural y ambiental después de la aplicación de las prácticas mencionadas anteriormente.

**PALABRAS CLAVE:** Espacio no formal, Enseñanza, Ciencia, Ecossistema, Alentejo.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como finalidade relatar a experiência que decorreu do estágio curricular no mestrado em Biologia da Conservação durante o período de março a outubro de 2023 na Casa do Montado (CM). Este é um espaço não formal de ensino (ENFE) localizado em Évora, Portugal, que tenta transmitir conhecimento para todas as idades, através de visitas guiadas ao local, organizado em sete salas. O ensino não formal caracteriza-se por ser fidedigno a valores de construção de uma identidade coletiva, além da aprendizagem quanto às diferenças em distintos contextos culturais (Gohn, 2016). Neste sentido, como a Casa do Montado é um espaço recente, inaugurado em 2020 e relativamente novo em comparação com outros espaços de ENFE em Évora, para se enquadrar com o conceito dos valores de ensino não formais, verificou-se a necessidade de reorganizá-lo externamente e internamente, a fim de se melhor caracterizar como um local artístico, cultural, científico e histórico.

A investigação ocorreu em todos os espaços, com foco numa das salas internas (a Sala 7) que tem como temática “O Ecossistema Montado” e interliga com todas as salas anteriores. A sala em foco evidencia as ciências, com a exibição de alguns exemplos dos vários usos da cortiça e experiências científicas (física e química); enfatiza “a vida secreta do montado” com a microfauna, algumas particularidades de animais e a flora presente no Alentejo, que muitas vezes são negligenciadas (Biologia). Assim sendo, a pesquisa pretende verificar o contributo da Casa do Montado para a conservação da biodiversidade, desde a sua abertura em 2020 até 2023. Com a premissa acima descrita, para tornar a experiência de visita mais envolvente e educativa, aplicaram-se técnicas organizacionais, como: ordenação do banco de dados, organização visual e dinamização das redes sociais; criação de materiais didáticos; visitas de estudo, do ensino primário ao universitário e ações de divulgação científica.

Este tipo de prática já ocorre em alguns espaços não formais de ensino, como relata: Tourinho et al. (2020), que aplicou a pesquisa com o foco na educação ambiental em um centro de ciências; Lopes (2018) enfatiza a importância das redes sociais para as instituições culturais; Vaz et al. (2012) verifica que materiais didáticos para o ensino da biologia podem auxiliar nas aulas e contribuir para a aprendizagem de alunos. Estes artigos colaboraram de forma integrada para a prática deste trabalho, que busca contribuir de diferentes maneiras para a Casa do Montado, visando melhorar a dinamização operacional, instigar a curiosidade dos visitantes pelo ecossistema Montado e promover a conservação da biodiversidade.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

### 2.1 O Montado

Há aproximadamente 500.000 anos, no Paleolítico, os primeiros homínídeos desencadearam a diminuição das áreas florestais com o uso descomedido do fogo para a criação de pastagens, caça e proteção dos invasores (Mccauley et al., 2020). Após a última glaciação, a domesticação de animais, o desenvolvimento da pastorícia e o advento da agricultura milénios depois, alteraram a paisagem, impactando significativamente a biodiversidade (de Andrade et al., 2017; Gosden, 2012). Há mais de 5.000 anos generalizou-se a desflorestação, segundo estudos paleopalínológicos, que detetaram um aumento na concentração de pólen e, por consequência,

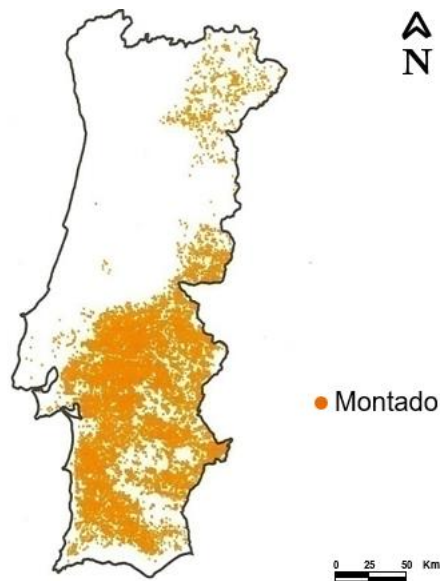
devido às atividades antrópicas (Aguilar e Pinto, 2008), a ação humana mostrou ser o principal fator de influência para o funcionamento dos ecossistemas (Adler e Tanner, 2015).

A interação entre o fogo, a pastorícia e a agricultura ao longo dos milénios permitiu o crescimento das populações humanas, mas também teve como consequência mais grave a erosão do solo (de Albuquerque, 2007). Hoje, dependendo das condições locais, o solo pode variar, mas apresenta características comuns, como: solo pobre em nutrientes, rasos e com baixa fertilidade natural como resultado das atividades humanas; camada de folhas, onde a superfície do solo é coberta por esse material orgânico em decomposição e pode ajudar a proteger o solo da erosão e a manter a humidade; acidez neutra, em geral tende a ser neutro a ligeiramente ácido com possíveis variações dependendo da localidade (Martins, 2020; Pernica, 2022).

A vegetação, de acordo com Barata e Mascarenhas (2002), sofreu alterações devido à intensa exploração humana, resultando na substituição do bosque climatófilo sobreiral por bosques secundários, como o carrascal, medronhal, urzal, giestal, ou por um sistema agrossilvopastoril chamado Montado, composto principalmente de sobreiro (*Quercus suber*) e azinho (*Quercus rotundifolia*). Este sistema promove o desenvolvimento de arrelvados mediterrâneos xerofíticos dominados por gramíneas devido à atividade pastoril.

Em relação às massas de águas, alguns Montados são integrados por ribeiras, charcos permanentes e charcos temporários. As ribeiras, devido ao constante fluxo de água, transportam materiais orgânicos e sedimentos, resultando na acumulação de nutrientes e promovendo um crescimento significativo da vegetação nas margens durante a primavera. Este acontecimento ocorre devido à fertilização natural do solo (Pereira, 2009). Já os charcos apresentam características distintas, possuem habitats singulares, aumentam a conectividade com outros locais de água natural e reúnem uma elevada biodiversidade, com espécies raras da fauna e da flora, que são muitas vezes ameaçadas (Pedroso et al., 2018). E quando se fala de charcos temporários, pode-se observar ao longo do ano que quanto menor é o coberto vegetal, menor é a ocorrência de charcos por conta da evaporação, principalmente no verão (Fernandes, 2015; Pedroso et al., 2018).

Esta série de fatores caracterizou o Montado (Figura 1), a gestão tradicional envolve a obtenção de cortiça, bolota, carvão, lenha, as culturas cerealíferas, o pastoreio e outras atividades complementares como apicultura, caça e colheita de cogumelos (Pereira e da Fonseca, 2003; Surová e Pinto-Correia, 2008). Segundo Andrade (2017), é possível perceber um sistema seminatural com a criação de mosaicos no terreno com diferentes níveis de produtividade, estruturas e composições por conta de uma gestão cíclica, que se apresenta como crucial para o montado, pois pode evitar erosões, aumentar a fertilidade e preservar uma vasta biodiversidade de fauna e da flora (Bugalho et al. 2011).



**Figura 1** Área de distribuição do montado em Portugal Continental (DGF, 2001)

### 2.1.1 *Um ecossistema em mudança*

As modificações no montado que se têm vindo a verificar nas últimas duas décadas estão correlacionadas com a crescente frequência de incêndios e com as mudanças climáticas, que contribuem de forma significativa para o crescimento de ambientes menos complexos, perdas de flora e de fauna e homogeneização da paisagem (Almeida et al., 2016). Segundo Ramírez e Díaz (2008), a intervenção humana é crucial em muitos desses ecossistemas seminaturais, pois abrigam uma vasta riqueza florística e faunística que se foi adaptando a este tipo de ambiente modificado (Moreira e Russo, 2007). Porém, a expansão da agricultura intensiva, a urbanização, as redes de transporte, a desflorestação, os incêndios florestais ou a exploração mineira, provocam rápidas modificações nas paisagens e habitats, impactando gravemente de forma negativa os processos ecológicos (Andrén, 1994; Munguia-Veja et al., 2013).

## 2.2 **Espaços não formais de ensino como sensibilizadores ambientais**

As questões ambientais são sempre dinâmicas e necessitam de constantes pesquisas para estarem atualizadas e assim amenizar os problemas que fomentam ao longo dos anos. Neste sentido, a base metodológica de ensino-aprendizagem da educação formal é historicamente sistematizada e normatizada, logo torna-se limitada a transmitir um tipo de conhecimento científico previamente elaborado. Considerando tais limitações, a educação não formal vem para complementar, quebrar paradigmas e desenvolver novas metodologias, através de uma educação coletiva e inovadora. Segundo Gohn (2006, p.28), a educação não formal define-se como:

Um processo com várias dimensões, tais como: a aprendizagem política dos direitos dos indivíduos enquanto cidadãos; a capacitação dos indivíduos para o trabalho, por meio da aprendizagem de habilidades e/ou desenvolvimento de potencialidades; a aprendizagem e exercício de práticas que capacitam os indivíduos a se organizarem com objetivos comunitários, voltadas para a solução de problemas coletivos cotidianos; a aprendizagem de conteúdos que possibilitem aos indivíduos fazerem uma leitura do mundo do ponto de vista de compreensão do que se passa ao seu redor; a educação desenvolvida na média e pela média, em especial a eletrônica, etc. Em suma,



consideramos a educação não-formal como um dos núcleos básicos de uma Pedagogia Social.

É incontestável que as escolas são ambientes sociais e a aprendizagem é um processo intrinsecamente social (Vygotsky, 1962), ou seja, não ocorre de maneira isolada, mas sim através da interação com outras pessoas, o que por sua vez envolve expressar emoções, considerar valores, e possibilita questionar crenças culturais. Esse foco ressalta a necessidade de o sistema educativo repensar o seu papel sociopedagógico, visto que, historicamente, a integração de aspetos como a moral, a cidadania e a responsabilidade social nas escolas foram frequentemente abordadas de maneira fragmentada, como afirma Costa e Faria (2013) em seu artigo “Aprendizagem social e emocional: Reflexões sobre a teoria e prática na escola portuguesa”.

Contudo, em 2017 foi homologado pelo Despacho n.º 6478/2017, 26 de julho o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PA), um marco significativo na política educativa. Este documento visa não só orientar a organização e gestão curricular, mas também definir estratégias pedagógicas com o intuito de aprimorar a qualidade da aprendizagem e garantir o sucesso de todos os alunos após os 12 anos de escolaridade obrigatória. O PA assume-se como um referencial fundamental para a organização do sistema educativo, promovendo a convergência e articulação das decisões curriculares. Além disso, é importante salientar que o PA resulta de debates e discussões públicas e está inserido em diversas iniciativas, destacando-se a participação no projeto Future of Education 2030, promovido pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), e a iniciativa “A Voz dos Alunos” (Martins et al., 2017). Interligando-se com a educação não formal, a valorização do PA impulsiona práticas educativas que transcendem o ambiente escolar, fomentando aprendizagens de elevado impacto em contextos diversos, como museus, centros culturais e projetos comunitários. Esta abordagem amplia as oportunidades de desenvolvimento dos alunos, complementando o ensino formal com experiências enriquecedoras fora da sala de aula.

Paralelamente, há uma vasta diversidade de contextos e iniciativas para a aprendizagem continuada de jovens e adultos em Portugal. Desde a educação formal até programas de formação profissional, incluindo a educação não formal proporcionada por instituições culturais e associações comunitárias, há uma ampla gama de oportunidades disponíveis. Os Centros Qualifica (Portaria no 62/2022, de 31 de janeiro, alterada pela Portaria nº 23/2023, de 9 de janeiro) destacam-se como facilitadores desse processo, destinados a adultos com 18 anos ou mais, e desempenham um papel essencial como porta de entrada para aqueles que buscam qualificação e transição para o mercado de trabalho. Priorizando aqueles sem ensino secundário completo ou com baixa escolaridade, visam estimular a participação ativa dos adultos na aprendizagem ao longo da vida (DGERT, 2023). Neste sentido, fica clara a evolução da educação em Portugal frente à espaços não formais de ensino como complemento educacional.

### **3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO**

Este trabalho foi desenvolvido na Casa do Montado, localizada na cidade de Évora, na Rua das Amas do Cardeal, nº 2, 7000-581 Évora, Portugal. É uma instituição cultural e etnográfica que tem como objetivo contribuir para a valorização da floresta mediterrânica e os seus usos. Criada em 2020, exhibe como exposição permanente “O Montado”: incorpora inúmeros exemplares originais da prática agroflorestal; a origem do Montado, exibindo de forma mais detalhada a

cortiça como um dos seus principais subprodutos, mostrando desde a sua utilização até à avaliação da qualidade; e um espaço científico com o foco na física, na química e na biologia. A experiência pode ser enriquecedora, além de ser um ambiente aberto para organização de eventos culturais, cinematográficos ou de gastronomia alentejana.

A Casa do Montado é composta na sua estrutura física por um auditório, uma loja e sete salas temáticas que exploram a história do Montado, como: 1 - A Floresta Mediterrânica; 2 - A Fauna e a Flora; 3 - O Montado; 4 - O Descortiçamento; 5 - A Fábrica da cortiça; 6 - A Herdade; 7 - O Ecossistema Montado. Num contexto não formal de ensino, espaços científicos tendem a tornar-se uma experiência educativa envolvente. Para isso, foram desenvolvidas estratégias organizacionais de dinamização do local em foco.

Num primeiro momento, foi feita a organização visual do local, distribuindo-se placas e indicações de direção em toda a CM, com o objetivo de dar uma maior visibilidade, e, internamente, na Sala 7 foram criadas placas informativas para uma melhor experiência no espaço (Figura 2). Em seguida, a base de dados da Casa do Montado (inventário do espaço, inventário da loja, visitantes e vendas da loja) e a agenda (eventos e datas comemorativas) foram reestruturados e atualizados para um formato online, permitindo uma melhor acessibilidade de toda a equipa de gestão. Na parte de divulgação do espaço, foi impressa e distribuiu-se publicidade por hotéis, centros culturais e Posto de Turismo de Évora; online, nas redes sociais, realizaram-se publicações semanais (Instagram e Facebook). Após estabelecida uma primeira rede publicitária, iniciou-se uma dinamização das redes sociais com a criação de conteúdos que promoveram as ações desenvolvidas pela CM nas áreas das música, arte e intervenção social (Figura 3).

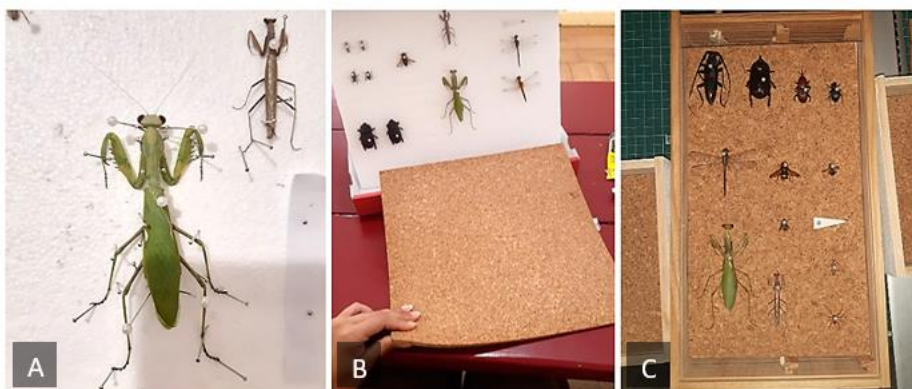


**Figura 2** Placa informativa: explicação detalhada de como realizar a observação microscópica de folhas de árvores, insetos e sementes típico do ecossistema Montado.



**Figura 3** Arte criada para a divulgação da exposição do projeto “AAA+8: Mulheres, Saberes Práticos e o Montado” inserido no programa municipal Artes à Rua 2022.

Para transmitir informações de forma clara e instigar os visitantes, foram realizadas criações de materiais didáticos, nomeadamente: caixas entomológicas (coleções de insetos ou estruturas armazenadas, organizadas e preservadas) (Figura 4); insetos e vegetação em resina (fixação de espécies em material transparente e resistente); pele de cobra em acrílico (pele de cobra prensada em acrílico transparente); pegadas de animais em gesso (moldes de pegadas de animais para a identificação da espécie). Estes materiais estão em exposição na sala sete, servindo de contributo para a sensibilização dos visitantes sobre o ecossistema Montado.



**Figura 4** Montagem da caixa entomológica: A – Insetos preparados para que se mantenham em uma posição específica, de melhor visualização para a exposição na caixa. B – Medição da cortiça para posicionar no fundo da caixa. C – Coleção montada e acomodada em caixa de madeira, com tampa transparente e fundo de cortiça para posterior etiquetagem dos insetos (nome científico, comum e em inglês da espécie).

E por se tratar de um local relativamente novo quando comparado com outros espaços não formais de ensino, também foi necessário investir na sua divulgação junto de instituições de ensino formal; neste sentido, a Casa do Montado disponibiliza a visita guiada, ou seja, realiza-se a mediação do espaço a partir do diálogo como forma de expandir, desenvolver e reconstruir conhecimento, conceitos e experiências para todos os envolvidos ao longo da visita (Figura 5). Além de apoio à organização e à dinamização de ações de divulgação científica (Figura 6) dentro e fora da universidade. Assim, desenvolveram-se e acompanharam-se ações de divulgação junto das escolas, através de visitas de estudo, do ensino primário ao universitário.





**Figura 5** Alunos de uma das visitas de estudo realizando a experiência de sentir o tronco de um sobreiro de mais de 200 anos.



**Figura 6** Participação da Casa do Montado na mesa-redonda sobre a “Comunidade e Sustentabilidade”, organizada pelo Conselho da Europa e pela Comissão Europeia das Jornadas Europeias do Património, realizada em 2022 no Museu Nacional Frei Manuel do Cenáculo localizado em Évora, Portugal.

### 3.1 Recolha e Análise de Dados

Após a prática aplicada, para os adultos que quisessem contribuir para a avaliação do espaço, foram disponibilizadas três possibilidades: o livro de visitas, presente na receção; um código de barras bidimensional (QR Code) com o link para o TripAdvisor, fixado na entrada e em todas as salas de visitação; através do Google Maps, avaliando através do próprio telemóvel o local de visitação. No caso das crianças, foi disponibilizado um painel de cortiça, um bloco de post-it e lápis coloridos para deixar frases ou desenhos relacionados com a visitação à Casa do Montado. Assim, foi possível perceber o quanto de conhecimento e conscientização frente ao ecossistema Montado foi adquirido pelos adultos e pelas crianças após a visitação. De referir que não existiu nenhuma interferência do pesquisador nas avaliações, apenas foram enfatizadas as possibilidades existentes para quem se sentisse à vontade em colaborar com a pesquisa.

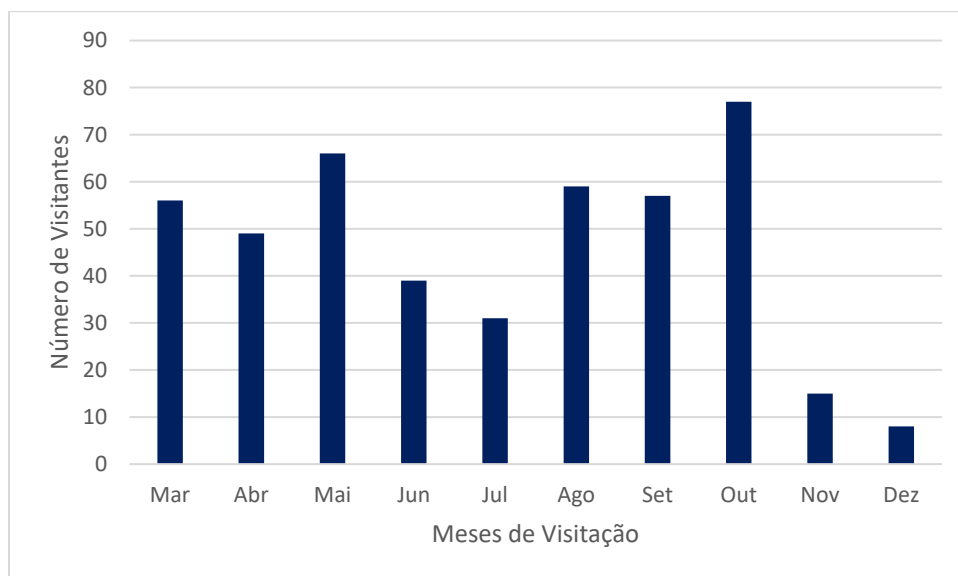
Os dados foram recolhidos entre os meses de outubro de 2020 e outubro de 2023, e organizados no *software* Microsoft Excel (Quintela-del-Río e Francisco-Fernández, 2017). A análise de dados ocorreu pela estatística descritiva, das variáveis qualitativas nominais: no caso dos adultos, meses de visitação, análise geossocial, perfil dos visitantes e avaliações escritas no livro de avaliações, no TripAdvisor e no Google; para as crianças, foi disponibilizado um painel para desenhos numa das salas da Casa do Montado. Aquelas variáveis foram descritas por meio das frequências absolutas (n) e relativas (%).

O TripAdvisor é uma plataforma de viagens que fornece informações e opiniões de locais já visitados, desde hotéis, restaurantes, museus, entre outros. E o Google é uma empresa multinacional de softwares e serviços online, entre estes o Google Maps, que permite escrever avaliações e outras experiências referente a diversos ambientes. São plataformas que possibilitam a colaboração de seus utilizadores de qualquer local do mundo. Sá (2022), em sua pesquisa sobre “A Avaliação da fiabilidade das plataformas digitais (TripAdvisor e OpenStreetMap) na Restauração: o caso da Área Metropolitana do Porto”, verifica que o TripAdvisor resultou em avaliações mais abundantes e fidedignas aos espaços visitados. Enquanto Nascimento (2018) reafirma a utilização do Google Maps como ferramenta de acessibilidade tecnológica, cultural e educacional.

Referente às considerações éticas, todas as fotografias presentes neste trabalho foram informadas e consentidas pelos responsáveis presentes para a utilização nas redes sociais e fins científicos. A aquisição de dados *in loco* foram disponibilizados pela Casa do Montado sem quaisquer identificação pessoal.

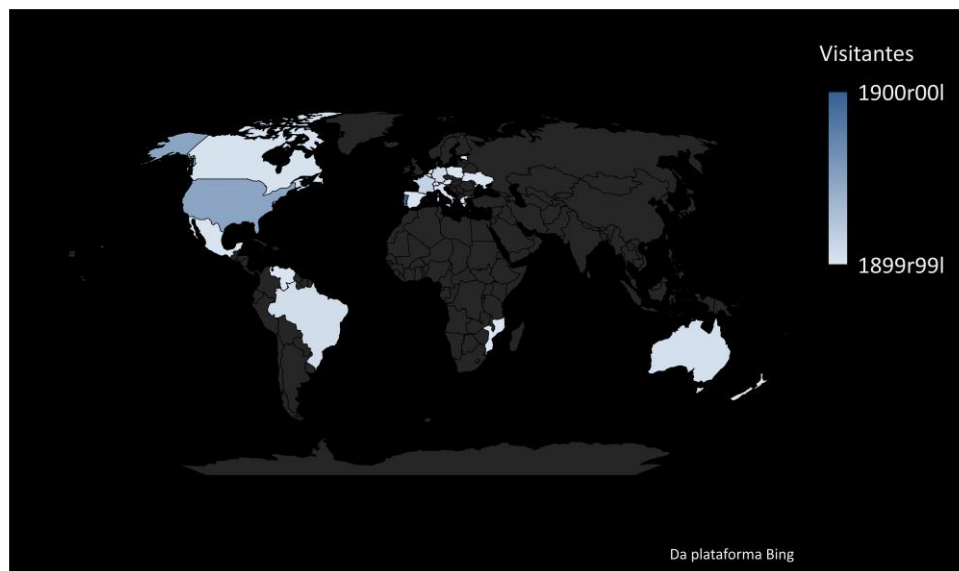
## 4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Num primeiro momento, foram avaliados os meses em que ocorreu o maior número de visitas ao longo dos 4 anos (Figura 7), onde se pode observar que maio, agosto e outubro são os meses em que a CM esteve em maior atividade; em contrapartida, novembro e dezembro foram os meses com a maior baixa de visitantes. É importante salientar que estes dois últimos meses só contaram no ano de 2022 e, possivelmente por isso, os resultados foram discrepantes.



**Figura 7** Número de visitantes em cada mês, ao longo dos quatro anos (2020 a 2023).

Foi realizada uma análise geo-espacial para identificar o país de origem dos visitantes: o espaço recebeu no total 455 pessoas, destes foram reconhecidas 393, com origem em 23 países diferentes (incluindo Portugal). Além de Portugal, países como EUA, França e Alemanha exibem o maior número de visitantes (160, 80, 24 e 15 respetivamente); já a Grécia, Moçambique e Venezuela só registaram um visitante, representando os países com menor visitação da Casa do Montado (Figura 8).



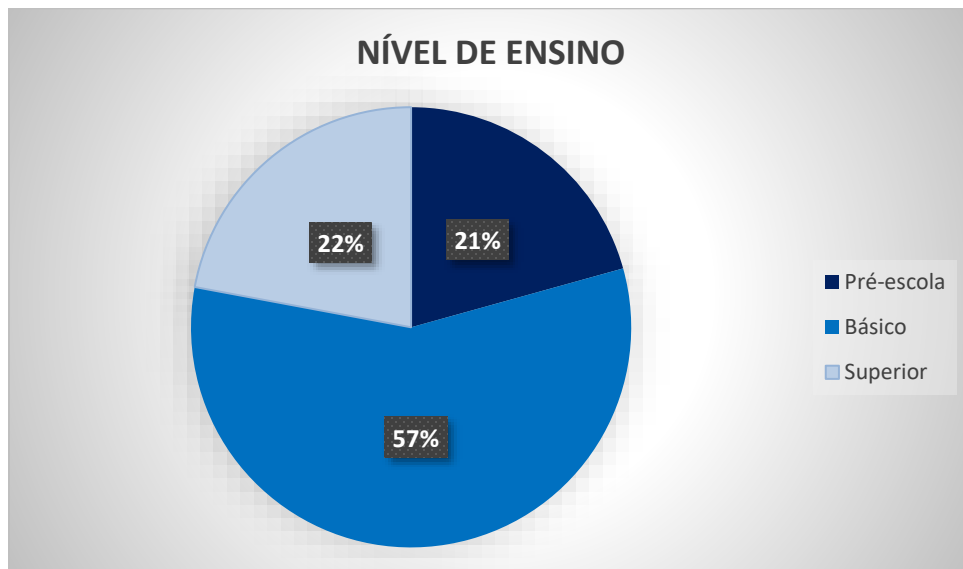
**Figura 8** Planisfério com a origem dos visitantes da Casa do Montado e exibição do número total de visitantes por país em escala de azul.

A análise do perfil dos visitantes resultou no destaque dos adultos com 46%, apresentando a maior percentagem e a menor é a classificação sénior, com 11% (Figura 9).



**Figura 9** Perfil dos visitantes da Casa do Montado.

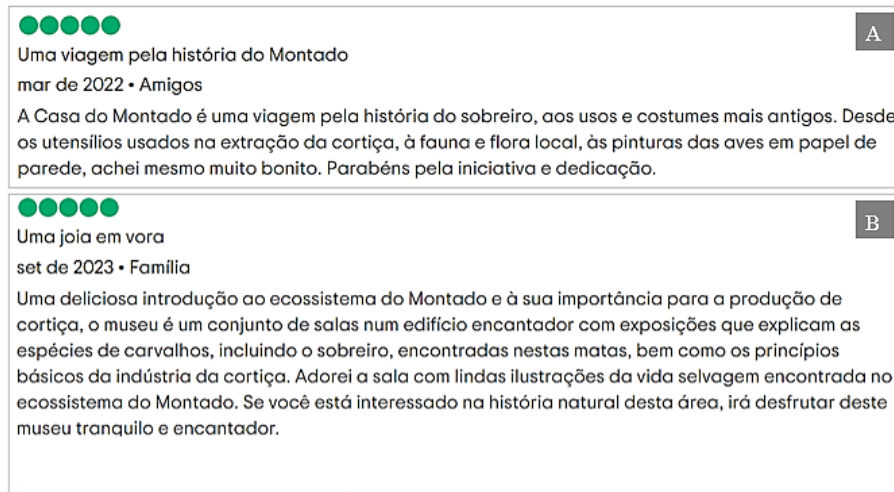
Referente às visitas guiadas escolares, a análise resultou um total de seis instituições com 145 alunos, sendo estes com o nível de ensino Pré-escola (3 aos 6 anos de idade), Básico (6 aos 15 anos de idade) e Superior (idade mínima de 17 anos). Logo, a maior procura por mediação do espaço foi realizada pelo Ensino Básico (57%), enquanto o Ensino Superior e o Pré-escolar quase não apresentaram diferenças percentuais (22% e 21%, em sequência) (Figura 10). É importante salientar que a maioria dos dados são de 2023, pois a Casa do Montado só iniciou as visitas guiadas escolares no final de 2022 por conta da pandemia.



**Figura 10** Nível de ensino das visitas guiadas escolares da Casa do Montado.



Referente às avaliações dos adultos, 381 visitantes aceitaram fazer contributos escritos (livro de visitas, TripAdvisor ou Google Maps). Destes, 22% salientaram a flora e a fauna do Montado, porém percebendo-se que o foco no ecossistema Montado, como um todo, foi maior em 2023, após a aplicação da prática deste trabalho na Sala 7; os outros 78% focaram a avaliação na cultura portuguesa, no sistema agrícola, no processo fabril da cortiça e na sua história. A sensibilização para o tema ambiental foi mais perceptível após a aplicação da prática e fez com que os visitantes valorizassem não só quem trabalha com a cortiça e todo o processo de produção da rolha, mas também percebessem que o ser humano faz parte do ecossistema Montado (Figura 11).



**Figura 11** Avaliações da Casa do Montado realizadas pelos adultos, escritas no Tripadvisor. A: Avaliação realizada em 2022; B: Avaliação realizada em 2023.

Referente às avaliações das crianças, a Casa do Montado recebeu 69 crianças e, destas, 30 crianças contribuíram com escritas ou em desenhos fixados posteriormente no painel de cortiça, localizado na Sala 7 (Figura 12). É importante salientar que esta avaliação é a única que não obtém dados dos anos anteriores, pois o painel foi aplicado apenas em 2023 com a finalidade de também conseguir recolher dados das crianças. Da base de dados final resulta que, das 30 crianças, apenas 4% não remeteram à flora e fauna do montado (com desenho de corações, agradecimentos sobre a visita, escritas referente à escola e professores), logo 96% das crianças se sensibilizaram frente ao ecossistema Montado (com desenhos de folhas, árvores e animais típicos da região).



**Figura 12** Avaliações das crianças escritas e/ou desenhadas em notas adesivas e fixadas no painel de cortiça após a visita à Casa do Montado para perceber o quanto de conhecimento e conscientização frente ao ecossistema Montado foi adquirido.

## 5. CONCLUSÕES E INDICAÇÕES PARA O FUTURO

Os resultados referentes aos meses de visitação, origem perfil dos visitantes e visitas guiadas, têm um papel importante para avaliar se o objetivo da CM está a ser cumprido e, caso contrário, delinear um melhor caminho. Nos meses em que se observou menor visitação, é importante que sejam implementadas formas de estimular o público, como: minicursos, oficinas ou atividades de verão. Estas devem ser adaptadas a outros idiomas, para conseguir atrair o maior número de visitantes possível.

Para além da tradução já existente, para inglês, de todos os textos dos painéis fixados em todas as salas, pela análise geo-espacial (com mais de 20 países de origem) e do perfil dos visitantes (baixa visitação de família e sénior, 15% e 11% respetivamente), seria interessante investir em sistemas de audioguia e na possibilidade de tradução para outros idiomas, disponibilizados em QR code distribuídos ao longo das salas.

Após algumas revisões bibliográficas referentes às vantagens de implementação do audioguia, relatam que: as crianças que ainda não têm facilidade com a leitura, rapidamente se cansam dos espaços; as que sabem ler, por vezes não têm altura suficiente, pois os painéis estão adaptados para a leitura dos adultos; pessoas com mais de 60 anos, por vezes tem dificuldade de ler por causa de problemas visuais, frequentes na velhice (Almeida e Mont'Alvão, 2016; Cruz, 2022; Marchezi, 2012; Martins, 2009; Neto, 2010; Sarraf, 2013). Este tipo de dispositivo também foi utilizado pelo Museu de Porto Alegre Joaquim Felizardo (MJF) como estratégia comunicacional que possibilita a inclusão de pessoas com deficiência, como afirma Weber (2018). Desta forma, o espaço ficaria mais acessível para quem não consegue absorver o conhecimento através da leitura e/ou pelo problema do idioma.

Referente às visitas guiadas escolares, é importante investir em divulgação, pois em torno de ano houve apenas a visita de seis instituições com um total de 345 alunos, número baixo ao comparar com outros espaços não formais de ensino. Quadra & D'ávila (2016), realizaram um

trabalho sobre a “Educação Não-Formal: Qual a sua importância?” no Museu de Malacologia Maury Pinto de Oliveira da Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, e registaram uma média de 1009 visitantes por ano, além da realização de minicursos e projetos de iniciação científica ao longo do ano, que podem servir de inspiração para novos projetos à serem realizados na Casa do Montado.

Relativamente às avaliações, foi constatado que após as práticas aplicadas, os adultos conseguiram melhor consolidar o conhecimento sobre o ecossistema Montado quando se compara com as avaliações dos anos anteriores e mais de 90% das crianças escreveu ou desenhou pelo menos um animal ou planta que são importantes no ecossistema local. Logo, confirmando o contributo da Casa do Montado para a conservação da biodiversidade. Da Cruz et al. (2019) enfatiza que o uso de materiais didático-pedagógicos é um importante recurso para instigar a curiosidade, atrair a atenção e potencializar a capacidade perceptiva de observação. Espaços não formais de ensino valorizam a participação dos visitantes como protagonistas do processo de obtenção de conhecimento, por meio da contextualização das informações científicas interligadas com a vivência de cada um, passos importantes para uma aprendizagem significativa e criticamente consciente, para assim exercer seu papel na vida em sociedade.

Em suma, além da melhor dinamização operacional da CM, foi importante perceber o contributo social, cultural e ambiental após a prática aplicada, com o retorno dos visitantes através das avaliações do local. A sensibilização para o tema ambiental fez com que parte dos visitantes valorizassem não só quem trabalha com a cortiça e todo o processo de produção da rolha, mas também percebessem que o ser humano faz parte do ecossistema Montado, sendo de fundamental importância a continuidade de mais práticas neste sentido para que haja a conscientização de cada visitante. Este trabalho também pode servir como base para outros espaços não formais de ensino que objetivam conhecer seu público e buscam valorizar o ensino da conservação ambiental, mas é importante ressaltar que deve ser uma pesquisa constante para observar e poder adaptar-se às respostas do público visitante.

## REFERÊNCIAS

- Adler, F. R., e Tanner, C. J. (2015). *Ecosistemas urbanos. São Paulo: Oficina de Textos.*
- de Albuquerque, B. P. (2007). *As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).*
- Almeida, E., e Mont’Alvão, C. (2016). O uso de dispositivos móveis como apoio à visita em museus.
- Almeida, M., Azeda, C., Guiomar, N., e Pinto-Correia, T. (2016). Os efeitos da gestão do pastoreio na fragmentação e heterogeneidade do montado. *Sistemas Agroflorestais, 90*, 69-85.
- Andrade, J. M. C. (2017). *Diversidade macrofúngica: um indicador de diferentes tipologias de gestão nas áreas do montado?* (Master's thesis, Universidade de Évora).
- Andrén, H. (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos, 355-366.*
- Barata, F. T., e de Mascarenhas, J. M. (2002). *Preservando a memória do território: o parque cultural de Tourega/Valverde* (No. 1). Centro de Estudos de Estudos [sic] de Ecossistemas Mediterrânicos, Universidade de Évora.
- Bendrath, E. A. (2014). *A Educação Não-Formal a partir dos relatórios da UNESCO.*

- Bugalho, M. N., Caldeira, M. C., Pereira, J. S., Aronson, J., e Pausas, J. G. (2011). Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(5), 278-286.
- Costa, A., e Faria, L. (2013). Aprendizagem social e emocional: Reflexões sobre a teoria e a prática na escola portuguesa. *Análise Psicológica*, 31(4), 407-424.
- da Cruz, K. A. A., Lobo, D. A., Chaves, E. P. S., da Cruz, I. I. A., e Castro, A. C. G. (2019). O USO DE CAIXAS ENTOMOLÓGICAS COMO FERRAMENTA FACILITADORA DO ENSINO DE ZOOLOGIA NO ENSINO MÉDIO. VI Congresso Nacional de Educação, 2358-8829.
- Cruz, M. C. Q. F. D. (2022). *Relatório de estágio efetuado no Departamento de Divulgação da Fundação Calouste Gulbenkian* (Doctoral dissertation).
- DGERT (2023). Centros Qualifica. Direção-Geral do Emprego e das Relações de Trabalho (DGERT). Disponível em: <<https://www.dgert.gov.pt/centros-qualifica-2>>.[consultado a 19-04-2024].
- DGF. 2001. Inventário Florestal Nacional: Portugal Continental. 3ª Revisão, Direção-Geral das Florestas, Lisboa.
- Fernandes, M. P. (2015). *Avaliação do estado de conservação de charcos temporários mediterrânicos no Sítio Costa Sudoeste* (Master's thesis, Universidade de Évora).
- Gohn, M. D. G. (2006). Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação*, 14(50), 28.
- Gosden, C. (2012). Pré-história. *Porto Alegre: L&PM*.
- Lopes, M. A. A. (2018). *As instituições culturais e os social media: uma análise da presença da Fundação de Serralves nas redes sociais* (Doctoral dissertation, Universidade do Minho (Portugal)).
- Marchezi, F. (2012). Acessibilidade em museus de arte: questões para a elaboração de audioguias.
- Martins, A. M. C. D. S. (2009). *Um guia multimédia portátil para o Museu Nacional de Arte Antiga: uma alternativa para o envolvimento com as obras de arte* (Doctoral dissertation). Universidade de Lisboa.
- Martins, G. D. O., Gomes, C. A. S., Brocardo, J., Pedroso, J. V., Camilo, J. L. A., Silva, L. M. U., ... & Rodrigues, S. M. C. V. (2017). Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE).
- Martins, I. S. (2020). *Avaliação de risco ambiental de fitofármacos em solos agrícolas da zona de influência do EFMA: Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva* (Doctoral dissertation). Instituto Politecnico de Beja.
- McCauley, B., Collard, M., e Sandgathe, D. (2020). A cross-cultural survey of on-site fire use by recent hunter-gatherers: Implications for research on Palaeolithic pyrotechnology. *Journal of Paleolithic Archaeology*, 3, 566-584.
- Moreira, F., e Russo, D. (2007). Modelling the impact of agricultural abandonment and wildfires on vertebrate diversity in Mediterranean Europe. *Landscape ecology*, 22, 1461-1476.
- Munguia-Vega, A., Rodriguez-Estrella, R., Shaw, W. W., e Culver, M. (2013). Localized extinction of an arboreal desert lizard caused by habitat fragmentation. *Biological Conservation*, 157, 11-20.
- NASCIMENTO, E. (2018). Museus virtuais: novas abordagens e complexidades de aproximação. *Conectando Patrimônios: pensando Museus e Educação*. São Paulo: Pontocom, 55-64.
- Neto, M. J. M. P. (2010). *Os audioguias na acessibilidade aos museus: a sua aplicação ao Museu da Ciência da Universidade de Coimbra* (Master's thesis). Universidade de Coimbra.
- Pedroso, N. M., Almeida, E., Pinto-Cruz, C., Belo, A. D. F., Lúcio, C., Baião, C., ... e Alcazar, R. (2018). Manual De Boas Práticas Para A Conservação Dos Charcos Temporários Mediterrânicos.
- Pereira, M. C. D. M. D. (2009). A flora e vegetação da Serra de Monfurado (Alto Alentejo-Portugal). *Guineana-Revista de Botânica*, (15).
- Pereira, P. M., e da Fonseca, M. P. (2003). Nature vs. nurture: the making of the montado ecosystem. *Conservation Ecology*, 7(3).

- Pernica, A. J. B. (2022). *O montado e a sustentabilidade dos territórios rurais* (Master's thesis). Instituto Universitário de Lisboa. Instituto Universitário de Lisboa.
- Quadra, G. R., & D'ávila, S. (2016). Educação Não-Formal: qual a sua importância?. *Revista Brasileira de Zootecias*, 17(2).
- Quintela-del-Río, A., e Francisco-Fernández, M. (2017). Excel templates: a helpful tool for teaching statistics. *The American Statistician*, 71(4), 317-325.
- Ramírez, J. A., e Díaz, M. (2008). The role of temporal shrub encroachment for the maintenance of Spanish holm oak *Quercus ilex* dehesas. *Forest Ecology and Management*, 255(5-6), 1976-1983.
- Sá, D. C. (2022). A Avaliação da fiabilidade das plataformas digitais (TripAdvisor e OpenStreetMap) na Restauração: o caso da Área Metropolitana do Porto.
- Sarraf, V. P. (2013). A comunicação dos sentidos nos espaços culturais brasileiros: estratégias de mediações e acessibilidade para as pessoas com suas diferenças. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Surová, D., e Pinto-Correia, T. (2008). Landscape preferences in the cork oak Montado region of Alentejo, southern Portugal: Searching for valuable landscape characteristics for different user groups. *Landscape Research*, 33(3), 311-330.
- Tourinho, I. G. R., Rodrigues, S. M., da Piedade, G. J. L., da Silva, J. H. S., de Farias Hage, A. C. B., Rodrigues, E. L. C., ... e Venturieri, B. (2020). A importância da preservação do meio ambiente: sensibilizando os visitantes do centro de ciências e planetário do Pará. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 3(4), 2801-2810.
- Vaz, J. M. C., de Souza Paulino, A. L., Bazon, F. V. M., Kiill, K. B., Orlando, T. C., dos Reis, M. X., e Mello, C. (2012). Material didático para ensino de biologia: possibilidades de inclusão. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 12(3), 81-104.
- Vygotsky, L. (1962). *Thought and language* (p. 1962). Cambridge, MA: MIT Press.
- Weber, L. M. (2018). Estratégias de acessibilidade em exposições: o uso do audioguia/Pentop no Museu de Porto Alegre Joaquim José Felizardo.

## SÍMBOLOS NACIONAIS E REPRESENTAÇÕES DE NÚMEROS RACIONAIS EM PRÁTICAS STEAM

### NATIONAL SYMBOLS AND REPRESENTATIONS OF RATIONAL NUMBERS IN STEAM PRACTICES SÍMBOLOS NACIONALES Y REPRESENTACIONES DE NÚMEROS RACIONALES EN LAS PRÁCTICAS STEAM

Rafaela Ferreira<sup>1</sup>, Ana Silva<sup>1</sup>, Yelitza Aveiro Freitas<sup>1</sup>, Sofia Laura Costa<sup>2,3</sup> & Fernando Martins<sup>1,4,5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior de Educação de Coimbra, Portugal

<sup>2</sup>Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal

<sup>3</sup>Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Universidade de Aveiro, Portugal

<sup>4</sup>inED - Centro de Investigação e Inovação em Educação, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

<sup>5</sup>Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Portugal

rafaelamariaferreira@gmail.com

**RESUMO** | Este artigo foca-se nas práticas STEAM implementadas por duas professoras estagiárias com o objetivo de promover aprendizagens e colmatar dificuldades dos alunos a respeito das representações dos números racionais, relacionando-os aos símbolos nacionais. A abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) propõe a criação de contextos de aprendizagem que priorizem a interdisciplinaridade, a resolução de problemas e a integração de artefactos tecnológicos. Neste sentido, foram realizadas quatro sessões numa turma do 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico que integraram tarefas exploratórias, onde se incluiu tecnologia e situações problemáticas. Os resultados evidenciam a compreensão das representações dos números racionais usando os conhecimentos dos alunos sobre os símbolos nacionais. São discutidas dificuldades sentidas quanto à gestão do tempo de realização das tarefas pelos alunos, as quais se deve ter em consideração em intervenções futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Interdisciplinaridade, República Portuguesa, Frações, Números Decimais, Representações Matemáticas.

**ABSTRACT** | This paper focuses on STEAM practices developed by two trainee teachers to promote learning and overcome difficulties regarding representations of rational numbers by relating to national symbols. The STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) approach proposes the creation of learning contexts that prioritize interdisciplinarity, problem solving, and technology integration. In this sense, four sessions were conducted in a 4th year class of the Primary School that integrated exploratory tasks, where technology and problematic situations were included. The results highlight understanding the representations of rational numbers using students' knowledge of national symbols. Difficulties experienced regarding the management of time for students to complete tasks are discussed, which should be considered in future interventions.

**KEYWORDS:** Interdisciplinarity, Portuguese Republic, Fractions, Decimal Numbers, Mathematical Representations.

**RESUMEN** | Este artículo se centra en las prácticas STEAM aplicadas por dos profesoras en formación con el objetivo de promover el aprendizaje y superar las dificultades de los alumnos respecto a las representaciones de los números racionales, relacionándolas con los símbolos nacionales. El enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) propone crear contextos de aprendizaje que prioricen la interdisciplinariedad, la resolución de problemas y la integración artefactos tecnológicos. Al efecto, se realizaron cuatro sesiones en una clase del 4º año de la Educación Primaria que integraron tareas exploratorias con tecnología y situaciones problemáticas. Los resultados evidencian la comprensión de las representaciones de los números racionales utilizando los conocimientos de los estudiantes sobre los símbolos nacionales. Se discuten las dificultades que han sentido a la hora de gestionar el tiempo que los alumnos tardaran en completar las tareas, y debería tenerse en cuenta en futuras intervenciones.

**PALABRAS CLAVE:** Interdisciplinariedad, República Portuguesa, Fracciones, Números Decimales, Representaciones Matemáticas.

## 1. INTRODUÇÃO

O contínuo processo de inovação tecnológica impõe transformações significativas quanto às novas exigências do mercado de trabalho (Silva et al., 2023). Estas modificações desafiam o ensino básico a adotar novas práticas educativas no sentido de formar cidadãos mais criativos, críticos, colaborativos e comunicativos capazes de responder a questões reais e atuais da sociedade (Perignat & Katz-Bouonincontro, 2019). Para suprir estas necessidades, o modelo de Educação STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) propõe articular Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática com o objetivo de obter um currículo integrado numa perspectiva de resolução de problemas (Yakman, 2008). De forma a melhorar a percepção da integração curricular surge o Modelo Concetual STEAM definido por Quigley et al. (2017).

No ensino STEAM, os professores promovem o desenvolvimento de competências de resolução de problemas por meio de abordagens formativas que apoiam a observação, a experiência, a reflexão e o raciocínio (Bernstein, 1995). Assim, o modelo proposto por Quigley et al. (2020) explora e articula critérios de práticas baseadas nas áreas STEAM, que por sua vez produzem melhores resultados para a aprendizagem dos alunos.

Foram construídas práticas STEAM (Quigley et al., 2017), implementadas por duas professoras em contexto de estágio curricular numa turma de 21 alunos do 4.º ano de escolaridade do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) com a questão orientadora “Como representamos os símbolos nacionais e os números racionais?”. A questão surge através da identificação do interesse dos alunos e das dificuldades quanto ao uso fluente de diferentes representações de números racionais na turma.

Neste sentido, coloca-se a questão de investigação: De que forma a integração de práticas STEAM contribui para a aprendizagem de diferentes representações de frações, números decimais e percentagens?

A implementação destas práticas STEAM decorreu ao longo de 4 Sessões. Nestas, tentou-se mitigar dificuldades matemáticas apresentadas, interrelacionando com os símbolos nacionais e conteúdos de Artes Visuais, como a experimentação e a criação. Foram propostas diferentes tarefas interdisciplinares envolvidas nas áreas STEAM, tais como, problemas matemáticos relacionados aos símbolos nacionais (Sessão 1), a utilização do artefacto digital “As bandeiras nacionais e os números racionais”<sup>1</sup> programado no *Scratch* (Sessão 2), a representação da bandeira nacional (Sessão 3) e a construção de um baralho de cartas (Sessão 4). Esta abordagem alinha-se à definição das áreas STEAM, preconizada por Quigley et al. (2017), na qual as Artes e as humanidades são consideradas partes do processo interdisciplinar incrementado em articulação com a Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

Estas Sessões STEAM foram estruturadas de acordo com o modelo das 4 fases apontado por Canavarro et al. (2012) que integra momentos de *Introdução da tarefa* (1.ª fase), *Realização da tarefa* (2.ª fase), *Discussão da tarefa* (3.ª fase) e *Sistematização das aprendizagens matemáticas* (4.ª fase).

Pretendemos assim, demonstrar as contribuições destas práticas STEAM, no que diz respeito à promoção de aprendizagens ativas dos alunos sobre as representações dos números racionais na sua relação com os símbolos nacionais.

---

<sup>1</sup> Jogo disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/821744826>.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO**

A Educação numa abordagem STEAM é o contexto teórico base para a construção e implementação das presentes práticas educativas. Estas, apresentam uma perspectiva de resolução de problemas coerente às necessidades do mundo atual dentro de um panorama interdisciplinar (Kim & Lee, 2016; Quigley et al., 2020; Uğur-Erdoğan, 2021).

### **2.1 A Educação STEAM e o Modelo Concetual STEAM**

A Educação STEAM tenta integrar todas as áreas de igual forma, contrariando o ensino atual fragmentado (Perignat & Katz-Bouincontro, 2019). Porém, muitas são as dificuldades apresentadas pelos professores entre o conceito e a implementação de metodologia STEAM na prática, sendo frequente colocar as Artes em segunda prioridade (Perignat & Katz-Bouincontro, 2019). Ao perceber estas dificuldades, Yakman (2008) apresenta um modelo que inclui uma Pirâmide STEAM, da qual há uma interdependência entre as disciplinas, estando todas as áreas numa relação integrada (Yakman & Hyonyong, 2012).

Ainda assim, identifica-se a necessidade de estabelecer princípios e valores numa abordagem STEAM e, neste sentido, Quigley et al. (2017) desenvolvem um Modelo Concetual para ensinar STEAM. Mais tarde, este é reinterpretado por Quigley et al. (2020), criando um modelo de um contexto de aprendizagem que integra três dimensões – i) integração disciplinar; ii) ambiente de sala de aula; e iii) competências de resoluções de problemas.

Através do modelo proposto, Quigley et al. (2020) apresentam a integração disciplinar como uma forma de conectar as diferentes áreas de STEAM e as ideias subjacentes para que os alunos construam os seus conhecimentos do dia a dia, com o intuito de atingir o objetivo da transdisciplinaridade. Apesar disso, destaca-se que a integração não deve ser forçada e que o conteúdo não pode ser apresentado de forma desconectada. Para tal, sempre que possível, o professor deve convidar parceiros especialistas que o possam apoiar na integração disciplinar (Quigley et al., 2020).

O ambiente em sala de aula, deve ser proposto através de uma abordagem baseada em problemas enquadrados na realidade dos alunos, ou seja, em tarefas autênticas que suscitem a ligação com o seu meio, respeitando as suas escolhas e viabilizando múltiplos métodos (Pugliese, 2020).

Quanto à integração da tecnologia, esta deve promover a aprendizagem do aluno através de uma abordagem centrada nele e sendo a figura do professor a de um mediador. Este último, deve transformar positivamente o processo de desenvolvimento do aluno com atenção nas suas competências de resolução de problemas e explorando a sua criticidade e criatividade (Marques et al., 2023).

Para gerir uma Educação STEAM, indo ao encontro de Alsina e Inchaustegui (2018), são identificadas as seguintes recomendações: a) criação de fenómenos significativos com base na resolução de problemas; b) criar questões para incitar o raciocínio; c) estimular a interação, negociação e diálogo; d) relacionar conhecimentos de diferentes áreas; e) e, por fim, impulsionar a estruturação e compreensão de conceitos por meio da representação.

Visto isto, a metodologia utilizada pelo professor torna-se importante na promoção de uma abordagem STEAM (Silva et al., 2017).



## **2.2 Os símbolos nacionais e as representações dos números racionais**

A identidade nacional é um fator importante que afeta o desenvolvimento global das crianças e a criação da identidade de um país (Hong & Liu, 2022). Enquanto estrutura psicológica dinâmica, Barret (2000) referencia os símbolos nacionais como um dos aspetos relevantes que servem de emblemas ou representações significativas da identidade nacional – sistema de conhecimentos, crenças, emoções e avaliações que exprimem a atitude de um indivíduo em relação à sua nação, como também a dos outros. Assim, uma importante tarefa dos professores do ensino básico é educar a geração em crescimento com base nos valores nacionais (Hasanova, 2023).

Quanto à aprendizagem dos números racionais, a literatura refere que os alunos apresentam dificuldades significativas, sendo um dos motivos as variações radicais entre os modelos que incorporam o mesmo conceito nos seus diferentes sistemas representacionais (Behr et al., 1983; Behr et al., 1981). Como proposta para ultrapassar estas dificuldades, Ponte e Quaresma (2014) apresentam uma abordagem exploratória de tarefas onde os alunos as resolvem autonomamente de modo a desenvolver a compreensão das relações entre as representações decimais, fracionárias e percentuais. A reta numérica, também é considerada como um recurso didático efetivo para a aprendizagem dos números racionais, uma vez que, interpretados como pontos numa reta numérica, enfatiza que os números racionais são um subconjunto dos números reais (Behr et al., 1983; Rojo et al., 2023).

Desta forma, a abordagem STEAM apresenta-se como vantajosa no sentido de relacionar estes dois sistemas representacionais numa abordagem interdisciplinar.

## **3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO**

Os dados recolhidos e aqui apresentados são exclusivos para este estudo, havendo consentimento da professora titular e do Agrupamento de Escolas. Assim, mantem-se o anonimato dos alunos envolvidos.

Na turma onde foi realizada estas práticas educativas, a professora titular desenvolve o Trabalho por Projeto baseado no Movimento da Escola Moderna (MEM) pela qual o ensino e a aprendizagem é organizado numa perspetiva sociocêntrica (González, 2002), apoiada em princípios como a colaboração, a autonomia, as experiências das crianças e a intervenção destas no meio onde vivem. Foi através das escolhas temáticas autónomas dos alunos para os seus projetos que se denotou o interesse por assuntos sobre o passado nacional. Logo, para além do enquadramento curricular adequado ao ano de escolaridade, o interesse da turma deu sentido ao fio condutor das presentes práticas STEAM.

Em contexto de estágio observou-se dificuldades dos alunos quanto às frações e aos números decimais. A exemplo disto, durante o início da nossa prática, quando perguntados individualmente sobre o que significava o numerador e o denominador de uma fração em relação ao número representado, o silêncio era frequentemente a resposta.

A partir dos aspetos realçados, os alunos resolveram tarefas relacionadas com os símbolos nacionais e os números racionais durante 4 Sessões. As tarefas foram realizadas a pares, respeitando a organização da sala de aula estruturada pela professora titular para a implementação da sua metodologia. Houve coadjuvação na dinamização das Sessões, sendo as duas primeiras realizadas pela professora estagiária A (PE-A) e as duas últimas pela professora estagiária B (PE-B).

No sentido de acompanhar o que os alunos estão a desenvolver e a aprender, foi escolhida a Técnica de Avaliação Formativa “Bilhetes à Entrada e Bilhetes à Saída” (Lopes & Silva, 2020). Assim, na 1.ª Sessão, foi entregue um Bilhete à Entrada que possibilitou a perceção das conceções iniciais dos alunos sobre as frações, as dízimas e as percentagens, como também sobre os símbolos nacionais (Figura 1). Na 4.ª e última Sessão, foram-lhes devolvidos os seus primeiros bilhetes e entregues os Bilhetes à Saída onde registaram as suas aprendizagens (Figura 2).

Escreve uma ou mais coisas que já sabes sobre as frações, as dízimas e as percentagens.  
*As dízimas não são números com vírgula, por exemplo: 5% - 70% - 20% - 40% - 80% e 90%.*

---

Escreve uma ou mais coisas que já sabes sobre os símbolos nacionais portugueses.  
*Os símbolos nacionais são os símbolos que representam a nossa bandeira.*

---

Escreve uma ou mais perguntas que ainda tenhas as frações, as dízimas e as percentagens.  
*O que as percentagens têm de relação com as frações e dízimas?*

---

Escreve uma ou mais perguntas que ainda tenhas sobre os símbolos nacionais portugueses.  
*Quanto simbolizam Portugal tem atualmente?*

Figura 1 Bilhete à Entrada do Aluno 10.

Escreve um breve resumo do que aprendeste sobre as representações dos números racionais (relações entre frações, dízimas e percentagens).  
*As dízimas são números que vêm antes do 7 e depois do 0.  
 A percentagem só chega até a 100%.  
 As frações é a mesma coisa que dízimas só que por fora o símbolo que quer dizer chega em baixo.*

---

Escreve um breve resumo do que aprendeste sobre os símbolos nacionais.  
*Os símbolos nacionais são bandeiras que representam países.*

---

Ainda não compreendi:  
*Não há*

---

Uma pergunta que tenhas sobre os conteúdos trabalhados:

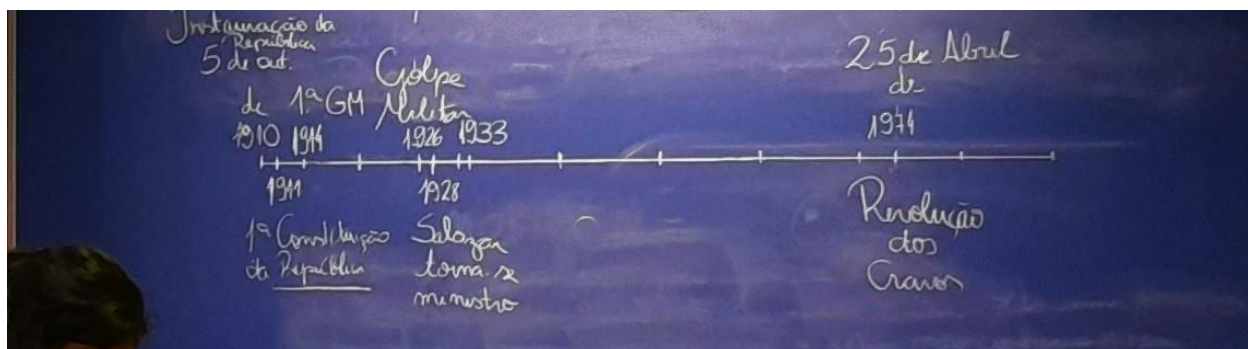
Figura 2 Bilhete à Saída do Aluno 10.

As 4 Sessões seguiram uma abordagem exploratória, utilizando-se os seguintes materiais: Folhas de Exploração (FE), o jogo “As bandeiras nacionais e os números racionais”, computadores (Sessão 2), feltros, cartolinas com grelhas quadriculadas 10 × 10, cartolinas A4 com moldes de cartas de baralho, assim como tesouras, colas, régua, lápis de cor e lápis carvão (Sessões 3 e 4).

Na Sessão 1 resolveram-se tarefas com situações problemáticas envolvendo conhecimentos sobre os símbolos nacionais e diferentes tipos de representações de frações e de números decimais (formal, pictórica, verbal, pontos na reta numérica). A FE1 continha duas tarefas: a primeira envolvia situações a respeito da pintura da bandeira nacional e demandava

a fluência entre representações de frações e de números decimais; a segunda relacionava-se com a história do Hino Nacional e propunha a representação de quantidades em fração e em número decimal e a sua respetiva localização na reta numérica.

Posto isto, na Sessão 1, a PE-A introduziu o indutor da aula, registando no quadro um friso cronológico com alguns factos relevantes sobre a fase histórica nacional da República (Figura 3). Este friso tinha a intenção de abordar o tema de Estudo do Meio e criar relações com a reta numérica.

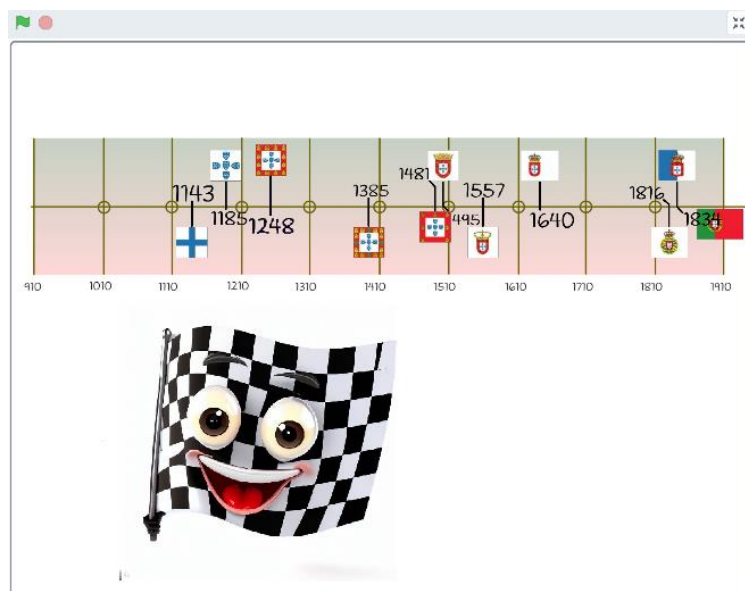


**Figura 3** Friso cronológico sobre o período da República.

Posteriormente, a PE-A questionou se os alunos sabiam quais eram os símbolos nacionais portugueses, gerando uma discussão que culminou na identificação destes. De seguida, foi reproduzido o Hino Nacional e a PE-A pediu que o cantassem, olhando para a letra presente no manual escolar, na primeira vez e, na segunda vez, sem a letra. Depois, foi explorado o Hino “A Portuguesa” através do contexto histórico da sua criação. Após esta abordagem, os alunos iniciaram a exploração das tarefas da FE1.

Já na Sessão 2, pretendia-se conhecer as diferentes bandeiras portuguesas existentes na história e os seus respetivos anos iniciais, localizando-os no friso cronológico do jogo “As bandeiras nacionais e os números racionais” (Figura 4), através de representações de números racionais. A FE2 continha uma tabela que devia ser preenchida com o ano inicial de cada bandeira descoberta através da interação com o jogo e com os conhecimentos dos alunos sobre as representações de números racionais equivalentes.

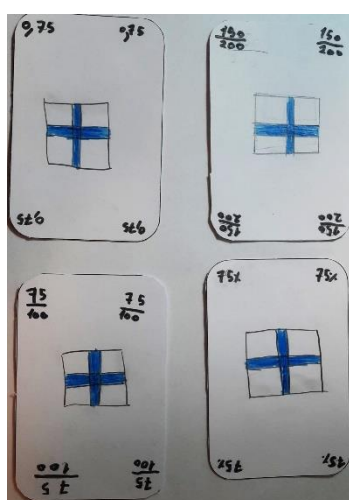
Este artefacto digital foi idealizado pelas professoras estagiárias A e B para favorecer uma aprendizagem baseada em jogo (*game-based learning*) tornando a tarefa proposta situacional, interessante e eficaz (Hong & Liu, 2022). Este foi desenvolvido e implementado especialmente para estas Sessões, com apoio de um engenheiro informático, tal como indicado por Quigley et al. (2017), utilizando o *Scratch*.



**Figura 4** Jogo “As bandeiras nacionais e os símbolos nacionais”.

Na Sessão 3, os alunos representaram a atual Bandeira Nacional através dos conhecimentos da representação de um número racional. A FE3, com 10 versões distintas, indicava a quantidade de feltro que deveria ser utilizado para representar a bandeira portuguesa sobre uma grelha quadriculada  $10 \times 10$ . Em cada versão, havia diferentes representações das quantidades não inteiras, por exemplo, “a parte verde ocupe  $\frac{4}{10}$  da grelha quadriculada” ou “a parte verde ocupe 0,4 da grelha quadriculada”.

Na 4.ª Sessão, com o apoio da FE4, os alunos construíram um baralho de cartas para a turma. Com recurso a cartolina A4 com o molde de 4 cartas de baralho, os alunos desenharam as bandeiras nacionais do friso cronológico do jogo e representaram, em cada uma das cartas, números racionais a partir de representações equivalentes (Figura 5 e 6). Todos os pares tinham bandeiras diferentes e números racionais distintos, de acordo com o que era pedido na FE4.



**Figura 5** Cartas dos Alunos 4 e 12.



**Figura 6** Cartas dos Alunos 7 e 10.

Todas as Sessões foram planificadas e implementadas em 4 fases de acordo com Canavarro et al. (2012). Na 1.ª fase, foram propostas tarefas aos alunos esclarecendo o que se pretendia como objetivos de aprendizagens. Foram ainda lidas as FE, clarificadas as dúvidas

e indicados os recursos necessários para a sua realização. Na 2.<sup>a</sup> fase, deu-se a realização das tarefas por partes dos alunos. Nesta fase, a PE que dinamizava a Sessão acompanhava o desenvolvimento do trabalho a pares, formulando questões de maneira a promover a reflexão dos alunos, e fazia a escolha do par para apresentar as suas resoluções à turma na fase seguinte. Foram escolhidas resoluções que deveriam ser melhoradas e que incitavam a discussão (Freitas et al., 2023). Este é um momento de exploração dos alunos no qual o papel da PE responsável pela Sessão é o de mediar a construção do conhecimento e das capacidades (Canavarro et al., 2012).

Na 3.<sup>a</sup> fase todos os alunos acompanhavam a apresentação das propostas de resoluções do par escolhido. Neste momento, a PE estabelecia questões e incitava a reflexão e a construção de resoluções adequadas às tarefas pela turma. Nesta fase, fomentou-se o processo crítico e depurativo nos alunos, através do confronto de ideias e de propostas diferentes de resolução, construindo assim as suas próprias aprendizagens (Canavarro et al., 2012).

Finalmente, na 4.<sup>a</sup> fase, realizou-se, de forma sucinta e concreta, uma síntese diretiva dos conteúdos desenvolvidos em cada Sessão (Freitas et al., 2023).

#### **4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E OS PRINCIPAIS RESULTADOS**

As aprendizagens ativas dos alunos foram visualizadas através da análise das gravações áudios e ecrã, dos registos feitos nas FE e nos Bilhetes à Entrada e à Saída. Durante a Sessão 1, a análise possibilitou evidenciar que, quando desafiados a cantar o hino sem a letra, os alunos mostraram-se envolvidos. Foi verificado que, com o passar do tempo, a timidez e a insegurança iniciais foram substituídas por uma forte entoação e expressividade ao cantar.

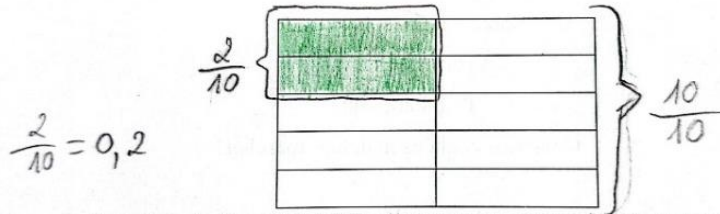
De acordo com os Bilhetes à Entrada e as dificuldades mapeadas pelas PE's, averiguou-se que muitos alunos não sabiam quais eram os símbolos nacionais portugueses. Quanto aos números racionais, estes eram associados aos seus símbolos, por exemplo, identificavam o símbolo “%” às percentagens.

Durante as Sessões, alguns momentos evidenciam o ultrapassar das dificuldades dos alunos, assim como a compreensão dos objetivos de aprendizagens destas práticas. Por exemplo, na FE1 foi solicitado que realizassem o registo de como pensaram, pedido dificilmente realizado pelos alunos. A insistência da PE-A, na 2.<sup>a</sup> fase, contribuiu para que o par dos Alunos 11 e 16 fizessem este registo, como verificamos na resolução à questão 1.1 (Figura 7).

## Folha de Exploração 1

### Tarefa 1

1. A Ana estava a pintar a bandeira portuguesa e ao colori-la com a cor verde a tinta acabou. Ela conseguiu pintar  $\frac{2}{10}$  da bandeira que está representada no retângulo abaixo.



- 1.1. Que parte do retângulo ficou verde? Explica como pensaste usando palavras, desenhos ou esquemas.

$$\frac{2}{10}$$

Figura 7 Explicação registada após o incentivo da PE-A.

Já na 3.<sup>a</sup> fase, o foco foi a aprendizagem quanto à localização na reta numérica. O Aluno 20 explicou a resolução da Tarefa 1 como fica perceptível na representação feita por ele no quadro dos itens 1.1 e 1.2. (Figura 8).

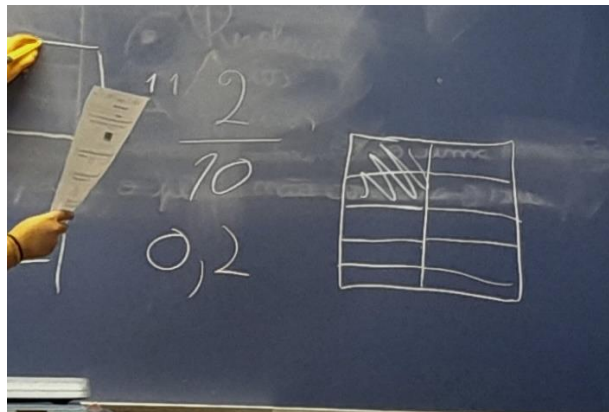


Figura 8 Resolução da tarefa no quadro.

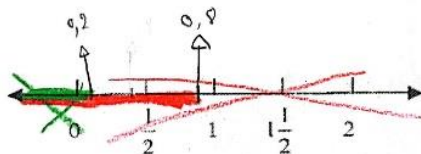
Esta resolução demonstra a utilização de representações de um número racional num modelo de área, no qual a unidade e a concentração na iteração da unidade pode auxiliar os alunos a desenvolver um sentido de medição, posteriormente solicitado pela FE1. A transição de representações concretas para representações mais abstratas, como a reta numérica, é fundamental para a compreensão plena dos números racionais como medidas (Yanik et al., 2008).

Já no item 1.3, o Aluno 20 inicia a sua explicação (Figura 9):

**Aluno 20:** *Em primeiro, eu fiz a 1.4 porque era mais fácil e eu não estava a perceber a 1.3. Então eu fiz os oito décimos com decimais que me deu zero vírgula oito e fiz a mesma coisa com os dois décimos. E depois fui encontrar estes números aqui (a apontar para a reta numérica na sua folha de exploração).*



- 1.3. Estima na reta numérica a fração que representação a parte verde pintada pela Ana com uma cruz verde, e a parte que faltou pintar com uma cruz vermelha.



- 1.4. Representa por números decimais as duas frações identificadas nas alíneas 1.1. e 1.2. e, depois, localiza-as na reta numérica acima. Explica como pensaste usando palavras, desenhos ou esquemas.

0,8      0,2

Figura 9 Itens 1.3 e 1.4 da Tarefa 1 apresentados pelo Aluno 20.

**PE-A:** E o que são estas cruces vermelhas e verdes que tu puseste ali?

**Aluno 20:** É a parte que ela pintou e a parte que ela não pintou. A vermelha é o que ela não pintou e a verde é o que ela pintou.

**PE-A:** Quem concorda com o Aluno 20? (Espera). Quem discorda? Aluno 7.

**Aluno 7:** Eu não concordo porque aí há os Algarismos 1 e 2. Eu acho que a partir do 1 é uma unidade.

**Aluno 20:** Sim, eu sei que é uma unidade.

**Aluno 7:** Mas aí tu pintaste no 2 e aí nem passa de uma unidade.

A compreensão pelos alunos da "unidade" como medida concreta de comprimento é fundamental para a sua compreensão dos números racionais como medidas (Yanik et al., 2008), facto abordado pela PE-A na discussão. A conclusão pode ser observada na discussão seguinte:

**PE-A:** O Aluno 7 tinha razão, as cruces não estão bem posicionadas.

**Aluno 7:** Eu também acho que neste pintar não se deve pintar antes do 0.

Neste momento, o Aluno 7 demonstrou a atenção à referência ao número zero, uma vez que o número racional numa reta numérica representa alguma distância do ponto zero (Yanik et al., 2008). Sendo o 0,2 e 0,8 números positivos, o Aluno 7 observou que estes não deveriam ser assinalados antes do zero na reta, demonstrando que as retas numéricas podem ser uma mais valia no sentido de identificar as dificuldades dos alunos que, por vezes, a representação com outros modelos não possibilita (Sidney et al., 2019).

De seguida, a PE-A chamou à atenção para outro aspeto.

**PE-A:** Ah, outra coisa que muitos não fizeram. O Aluno 20 aqui usou a estratégia de já colocar os números decimais na reta porque facilitou a localização, mas e se eu quisesse meter as frações? Onde eu meteria os  $\frac{2}{10}$ , por exemplo?

Os alunos ficaram a pensar e a PE-A chamou o Aluno 3.

**Aluno 3:** No mesmo sítio onde ela colocou 0,2.

A discussão dos alunos a partir da tarefa reforçou o que a literatura indica como uma competência fundamental no 4.º ano, a capacidade de usar a reta numérica, uma vez que esta serve como uma representação visual para reforçar a ideia de que números decimais e frações

podem referir a mesma parte de um todo, conhecimento que ajuda a unificar o sistema numérico decimal (Rojo et al, 2023).

Na 2.ª Sessão, um momento de aprendizagem importante pode ser evidenciado na fase da discussão da tarefa. Foi escolhido o par dos Alunos 2 e 8 que apresentou a seguinte resolução da FE2 (Figura 10):

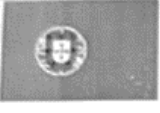
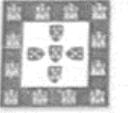



Bandeira	Tarefas	Ano inicial da bandeira	Escreve os números racionais equivalentes		
			Porcentagem	Fração	Número decimal
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 1,0 do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1838	100%	$\frac{100}{100}$	1
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 40% do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1888	40%	$\frac{40}{100}$	4
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 3/10 do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1843	30	$\frac{3}{10}$	3
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 100/100 do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1834	100%	$\frac{100}{100}$	100
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 80% do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1648	80%	$\frac{80}{100}$	8

Figura 10 FE2 do par dos Alunos 2 e 8.

Ao ser questionado sobre a representação do número decimal da segunda bandeira contida na FE2, surgiu a seguinte discussão:

**Aluno 2:** 4.

**PE-A:** Alguém concorda com o Aluno 2? (Aluno 19 manifesta-se).

**PE-A:** Aluno 19?

**Aluno 19:** 0,4 porque é abaixo do total.

**PE-A:** Abaixo do total. Vamos melhorar esta nomenclatura. Porque 4 cem avos, ou melhor, 40 cem avos, como o Aluno 2 colocou...

**Aluno 2:** Porque é abaixo da unidade.

**PE-A:** Ah, abaixo da unidade. Porque se fosse a unidade, qual seria a fração? Ele considerou 40 cem avos. Seria?

**Aluno 2:** 4 sobre 4.

**PE-A:** 4 sobre 4?






**Aluno 2:** 100 sobre 100 avos.



**PE-A:** Agora, como não temos cem cem avos. Nem 1 temos. Nem uma unidade temos. Então não pode ser 4. Tem de ser, quanto?

**Aluno 2:** 0,4.

Uma vez explorada a resposta não adequada, por iniciativa própria, o Aluno 2 passou a corrigir a totalidade da FE2 (Figura 11), demonstrando assim a fluência entre representações dos números racionais.

Bandeira	Tarefas	Ano inicial da bandeira	Escreve os números racionais equivalentes		
			Porcentagem	Fração	Número decimal
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 1,0 do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1838	100%	$\frac{100}{100}$	1
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 40% do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1838	40%	$\frac{40}{100}$	0,4
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 3/10 do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1838	30	$\frac{3}{10}$	0,3
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 100/100 do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1838	100%	$\frac{100}{100}$	1
	Arrasta a bandeira até a região que corresponde a 80% do friso cronológico e descobre o seu ano inicial.	1838	80%	$\frac{80}{100}$	0,8

**Figura 11** Processo de depuração feita pelo Aluno 2.

Na fase 2 da Sessão 3, houve um par específico que evidenciou ter ultrapassado dificuldades em frações, como demonstra os registos da gravação.

**PE-B:** “Recorta e cola os feltros verdes e vermelhos de forma que a parte verde ocupe 4 décimos”. Quanto é que nós temos aqui? Quanto é que é quatro décimos deste tabuleiro?

**Aluno 4:** Esta fileira toda e esta metade (O Aluno 4 aponta para o que preencheu com feltro: duas barras e meia do lado direito do quadriculado, 25 quadrados).

**PE-B:** Isto? Porquê? (pausa de 2 segundos) Porque é que achas que é isto?

Após reparar na representação feita pelo aluno, percebe-se que o par entendeu quatro décimos como sendo um quarto do quadriculado.

**PE-B:** Vamos pensar um bocadinho, quantos quadrados é que tem aqui? (aponta para a barra vertical do quadriculado).

**Aluno 4:** 10.

**PE-B:** E aqui? (aponta para a barra horizontal do quadriculado).

**Aluno 4:** 10.

**PE-B:** Então, quanto é que isto é? (a referir-se a toda grelha quadriculada).

**Aluno 4:** 100.

**PE-B:** 100, então vamos fazer uma fração equivalente aqui.

**Professora Titular:** Com o denominador cem.

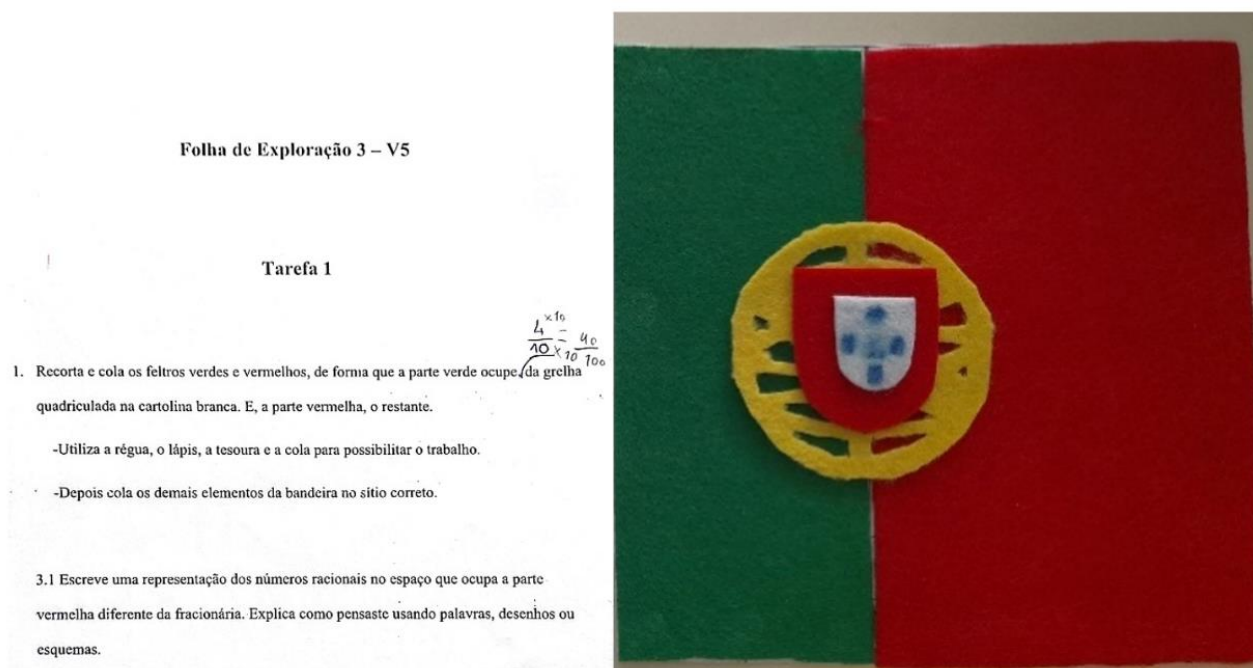
**PE-B:** (pausa de 2 segundos) Faz aqui uma fração equivalente. Então nós vamos passar de dez para o cem, certo? (O Aluno 4 escreve  $10 \times 10$  na FE) *Vezes dez, isso! E agora vezes dez o numerador (Aluno 4 escreve), exatamente! Então o que é que nós temos de colocar ali de verde?*

**Aluno 4:** 40.

**PE-B:** Quanto é quarenta aqui? (aponta para o quadriculado).

**Professora Titular:** Ou seja, quantas barras? (O Aluno 4 aponta para 4 barras na horizontal).

Após a explicação, o par dos Alunos 4 e 12 passou a fazer a relação numeral-número adequada, apresentando uma representação coerente da Bandeira Nacional (Figura 12). A insistência em pedir a mudança entre representações exige que os alunos reativem os seus conhecimentos sobre as características visuais de uma representação visual específica, tornando o aluno mais ágil para aceder a esse conhecimento mais tarde (Rau & Matthews, 2017).



**Figura 12** Folha de exploração e bandeira dos Alunos 4 e 12.

Na 4.ª Sessão evidencia-se a correção na representação verbal dos números racionais na discussão da Tarefa 1 da FE4 (Figura 13):

## Tarefa 1

1. Preenche a tabela seguinte com os números racionais equivalente:

Fração	Fração equivalente	Porcentagem	Número decimal
$\frac{5}{10}$	$\frac{50}{100}$	50%	0,5

2. Na cartolina dada tens 4 cartas dispostas. Deves decorá-las com um dos números da tabela anterior, de forma a criar quatro cartas com números racionais equivalentes (uma representação em cada uma).

2.1. Nas vossas cartas devem incluir:

- A representação do número racional (sendo que cada carta tem uma representação diferente)
- O desenho da bandeira nacional que corresponde a 80% do friso cronológico do jogo.

2.2. Quando acabarem de decorar as cartas, devem recortá-las.

**Figuras 13** Folha de exploração 4 realizada pelos Alunos 17 e 21.

**PE-B:** Então a representação que eles tinham era cinquenta cem avos. Nós tínhamos cinquenta cem avos.

**Aluno 21:** Como fração pusemos cinco décimos.

**PE-B:** Cinco décimos. Concordam? (Refere-se à turma).

**Aluno 21:** Dividimos por dez.

**PE-B:** Cinco décimos. O que é que eles fizeram aqui no numerador e no denominador?

**Aluno 7:** Dividiram por dez.

**PE-B:** Dividiram por dez. E agora? Números equivalentes? Diz um número equivalente que seja uma percentagem.

**Aluno 21:** Nós fizemos cinquenta por cento.

**PE-B:** Vocês fizeram cinquenta por cento. Falta o número decimal. Diz, Aluno 7.

**Aluno 7:** Cinco décimas.

**Aluno 17:** Décimos?

**Aluno 7:** Décimas.

**PE-B:** Número decimal (pausa para perceber o que o aluno referiu). Cinco décimas!

**Aluno 21:** Sim!

**PE-B:** Ah! Eu percebi cinco décimos.

**Aluno 21:** Cinco décimas, sim.

Durante esta discussão, fica evidenciada a utilização adequada de cinco décimas, uma vez que se referiram à representação de um número decimal. O desenvolvimento da capacidade de usar flexivelmente as diversas representações de números racionais, revelou-se adequada para a aprendizagem dos números racionais (Ponte & Quaresma, 2014; Rojo et al., 2023), sendo explorado a representação verbal da fração em oposição à do número decimal.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Estas práticas STEAM conjugaram conteúdos e capacidades de Matemática, Estudo do Meio e Artes Visuais de forma interdisciplinar. Promoveram aprendizagens efetivas de diferentes representações dos números racionais, na medida em que os alunos estavam envolvidos nas tarefas abordando este tema na sua relação com os símbolos nacionais e a experimentação e criação em Artes Visuais.

As Sessões foram desenvolvidas através de uma abordagem exploratória, demandando das PE's uma mobilização de recursos e de práticas com foco na autonomia dos alunos durante a exploração das tarefas e baseada na formulação de questões durante a discussão destas. Assim, foram promovidas aprendizagens efetivas sobre os símbolos nacionais, evidenciadas pela evolução da fluência no uso de diferentes representações de números racionais.

O modelo das 4 fases facilitou a organização das aulas e o processo de mediação da aprendizagem dos alunos. No entanto, a orquestração dos artefactos e a gestão da implementação das quatro fases foram as principais dificuldades das professoras estagiárias. Na 1.ª fase, é crucial estabelecer os objetivos de aprendizagem e a indicação dos recursos de forma eficiente, caso contrário, tal como aconteceu nas sessões 1 e 4, surgiram na 2.ª fase um maior número de dúvidas, levando ao prolongamento do tempo para a realização das tarefas. Estas questões devem ser corrigidas no futuro.

As práticas realçadas neste artigo favoreceram as dinâmicas em grupo, a aprendizagem colaborativa e a interdisciplinaridade com integração de temáticas das áreas STEAM. Ou seja, envolveu-se assuntos de Ciência e Tecnologia (símbolos nacionais e o jogo programado no *Scratch*), interpretados através da Engenharia e das Artes (processo de construção da bandeira nacional e de um baralho de cartas), com base em conhecimentos e capacidades matemáticas (números racionais e representações matemáticas). Também oferece como contributos o artefacto digital criado e as planificações que envolvem a construção de produtos através das Artes Visuais.

Estas práticas STEAM apresentam-se como inovadoras no contexto português ao conjugar um tema de Estudo do Meio relacionado à História de Portugal, uma vez que é mais comum a abordagem de temas das Ciências Naturais na Educação STEAM.

Sugere-se para o futuro uma mediação das ações do professor mais rigorosa quanto aos requisitos exigidos em cada fase de uma aula exploratória, de maneira a ampliar as oportunidades de aprendizagens dos alunos. Também propomos o desenvolvimento de mais práticas STEAM que relacionem temas das ciências humanas e sociais como a história.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/CED/00194/2019, UIDB/00194/2020 (CIDTFF), UIDB/50008/2020 (IT) e UIDB/05198/2020 (Centro de Investigação e Inovação em Educação, inED). Este trabalho também contou com o apoio do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020). Este trabalho foi realizado no NIEFI – PEAPEA do IPC – ESEC, Bolsa BIC, IPC -ESE/NIEFI/PEAPEA-Grant 1-2023.

## REFERÊNCIAS

- Alsina, Á., & Inchaustegui, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil através del pensamiento computacional: una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *Revista Iberoamericana de Educacion Matemática*, 14(52), 218-235. <http://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/350>
- Barret, M. (2000). *The Development of National Identity in Childhood and Adolescence*. University of Surrey.
- Behr, M., Lesh, R., Post, T., & Silver, E. (1983). Rational-Number Concepts. Em *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (pp. 91-125). Acaademic Press. [https://www.researchgate.net/profile/Edward-Silver-2/publication/258510439\\_Rational\\_number\\_concepts/links/57598dc808aed884620b0d82/Rational-number-concepts.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edward-Silver-2/publication/258510439_Rational_number_concepts/links/57598dc808aed884620b0d82/Rational-number-concepts.pdf)
- Behr, M., Post, T., & Lesh, R. (1981). Rational Number Ideas and the Role of Representational Systems. *Annual Meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1-20). ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ED202692>
- Bernstein, D. A. (1995). A negotiation model for teaching critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 22–24. [https://doi.org/10.1207/s15328023top2201\\_7](https://doi.org/10.1207/s15328023top2201_7)
- Canavarro, A., Oliveira, H., & Menezes, L. (2012). Práticas de ensino exploratório da matemática: o caso de Célia. *Práticas de Ensino da Matemática*, 255-266. <http://hdl.handle.net/10400.19/1141>
- Freitas, Y., Pinto, R., Rato, V., Gomes, A., & Martins, F. (2023). Sentidos das multiplicação e a applet multiplicação da Plataforma Hypatiamat. *Revista APEDUC | Journal APEDUC*, 4(1), 119-137. <https://doi.org/10.58152/APEDUCJournal.401>
- González, P. F. (2002). *O Movimento da Escola Moderna – Um percurso cooperativo na construção da profissão docente e no desenvolvimento da pedagogia escolar*. Porto Editora.
- Hasanova, M. (2023). Effective ways of using national spiritual values and the content of education in primary class. In H. Muller (Ed.), *III International Scientific and Practical Conference Modern science: actual problems* (pp. 45-47). SC. Scientific conferences. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7769960>
- Hong, X., & Liu, Q. (2022). Assessing young children's national identity through human-computer interaction: A game-based assessment task. *Frontiers in Psychology*, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.956570>
- Kim, S.-W., & Lee, Y. (2016). The Analysis on Research Trends in Programming based STEAM Education in Korea. *Indian Journal of Science and Techonology*, 9(24), 1-11. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i24/96102>
- Lopes, J., & Silva, H. (2020). *50 técnicas de avaliação formativa* (2.ª ed.). PACTOR.
- Marques, D., Neto, T., Guerra, C., Viseu, F., Aires, A., Mota, M., & Ravara, A. (2023). A STEAM Experience in the Mathematics Classroom: The Role of a Science Cartoon. *Ciências da Educação*, 13(4), 392. <https://doi.org/10.3390/educsci13040392>
- Perignat, E., & Katz-Bouonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Ponte, J., & Quaresma, M. (2014). Representações e Processos de Raciocínio na Comparação e Ordenação de Números Racionais numa Abordagem Exploratória. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 28(50), 1464-1484. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n50a22>
- Pugliese, G. (2020). Um panorama do STEAM education como tendência global. Em L. Bachich, & L. Holanda, *STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimento na educação básica* (pp. 13-28). Penso.
- Quigley, C., Herro, D., & Jamil, F. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>
- Quigley, C., Herro, D., King, E., & Plank, H. (2020). STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 499-518. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w>

- Rau, M., & Matthews, P. (2017). How to make 'more' better? Principles for effective use of multiple representations to enhance students' learning about fractions. *ZDM Mathematics Education*, 49, 531–544. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0846-8>
- Rojo, M., King, S., & Doabler, C. (2023). Teaching Fraction-to-Decimal Translation Using the Number Line. *Intervention in School and Clinic*, 1-8. <https://doi.org/10.1177/10534512231156884>
- Sidney, P. G., Thompson, C., & Rivera, F. (2019). Number lines, but not area models, support children's accuracy and conceptual models of fraction division. *Contemporary Educational Psychology*, 58, 288-298. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.03.011>
- Silva, I., Rosa, J., Hardoim, E., & Neto, G. (2017). Educação científica empregando o método STEAM e um makerspace a partir de uma aula-passeio. *Latin American Journal of Science Education*, 4,1-9.
- Silva, R., Martins, F., Cravino, J., Martins, P., Costa, C., & Lopes, J. B. (2023). Using Educational Robotics in Pre-Service Teacher Training: Orchestration between an Exploration Guide and Teacher Role. *Educ. Sci.*, 13(2), 1-29. <https://doi.org/10.3390/educsci13020210>
- Uğur-Erdoğan, F. (2021). How Do Elementary Childhood Education Teachers Perceive Robotic Education in Kindergarten? A Qualitative Study. *Participatory Educational Research*, 8(2), 421-434. <https://doi.org/10.17275/per.21.47.8.2>
- Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Em P. A.-1. In M. J. de Vries (Ed.), *Research on technology, innovation, design & engineering teaching*, (pp. 335-358). <https://www.researchgate.net/publication/327351326>
- Yakman, G., & Hyonyong, L. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Yanik, H. B., Flores, B. H., & Flores, A. (2008). Teaching the Concept of Unit in Measurement Interpretation of Rational Numbers. *İlköğretim Online*, 7(3), 693-705. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ilkonline/issue/8600/107089>

**PRÁTICA DE AMBIENTES DIGITAIS EM ESPAÇOS MUSEOLÓGICOS: ESTUDO DE CASO**  
**PERFORMANCE OF DIGITAL ENVIRONMENTS IN MUSEUM SPACES: CASE STUDY**  
**DESEMPEÑO DE ENTORNOS DIGITALES EN ESPACIOS MUSEÍSTICOS: ESTUDIO DE CASO**

**João Carlos da Fonseca Cabral**

Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal  
joacabral@ipcb.pt

**RESUMO** | O objetivo deste trabalho consistiu em investigar o impacto das artes digitais, com recurso a vídeo mapeado (*video mapping*) num painel de cerâmica que faz parte de uma série cujo nome serviu de título à instalação criada nas unidades curriculares de ambientes digitais e produção de novos media de consumo do Mestrado em Design Gráfico *Repeating Ceramic Relief* no museu de Arte Manuel Cargaleiro. Juntamente com a instalação de *video mapping*, aplicaram-se técnicas de realidade aumentada (RA) nos quadros do pintor/ceramista. Seguindo o método de aprendizagens ativas e seguindo uma gestão de projeto assente na metodologia *Agile*, os estudantes de Mestrado em Design Gráfico, no âmbito da Unidades Curriculares de ambientes Digitais e produção de novos media de consumo, foram desafiados a conceber um espaço imersivo no Museu Cargaleiro em Castelo Branco. Este estudo visa contribuir para potenciar o cruzamento das artes existentes no museu com as artes digitais de forma a criar imersão nos visitantes. No final, são apresentadas conclusões sobre as potencialidades das artes digitais em museus.

**PALAVRAS-CHAVE:** Museus, Artes digitais, Imersão, Vídeo mapping, Aprendizagem ativa.

**ABSTRACT** | The aim of this work was to investigate the impact of digital arts, using video mapping, on a ceramic panel that is part of a series whose name served as the title for the installation created in the Digital environments and the production of new consumer media course of the Master's in Graphic Design, "Repeating Ceramic Relief," at the Manuel Cargaleiro Art Museum. Alongside the video mapping installation, augmented reality (AR) techniques were applied to the painter/ceramist's frames. Following the active learning method and based on Agile project management methodology, master's students in Graphic Design, within the scope of the Digital Environments and the production of new consumer media course, were challenged to design an immersive space at the Cargaleiro Museum in Castelo Branco. This study aims to contribute to enhancing the intersection of existing arts in the museum with digital arts to create immersion for visitors. In conclusion, findings are presented regarding the potential of digital arts in museums.

**KEYWORDS:** Museums, Digital arts, Immersion, Video mapping, Active Learning.

**RESUMEN** | El objetivo de este trabajo fue investigar el impacto de las artes digitales, utilizando mapeo de vídeo (*video mapping*) en un panel de cerámica que forma parte de una serie cuyo nombre sirvió de título para la instalación creada en el curso de entornos digitales y producción de nuevos medios de consumo del Master en Diseño Gráfico "Repeating Ceramic Relief" en el Museo de Arte Manuel Cargaleiro. Junto con la instalación de mapeo de vídeo, se aplicaron técnicas de realidad aumentada (RA) en los cuadros del pintor/ceramista. Siguiendo el método de aprendizaje activo y basado en la metodología de gestión de proyectos Agile, se desafió a los estudiantes de maestría en Diseño Gráfico, en el ámbito del curso de entornos digitales y producción de nuevos medios de consumo, a diseñar un espacio inmersivo en el Museo Cargaleiro en Castelo Branco. Este estudio tiene como objetivo contribuir a mejorar la intersección de las artes existentes en el museo con las artes digitales para crear inmersión para los visitantes. En conclusión, se presentan conclusiones sobre el potencial de las artes digitales en museos.

**PALABRAS CLAVE:** Museos, Arte digital, Inmersión, Videomapping, Aprendizaje activo.



## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo documentar o processo utilizado na criação temporária de ambientes digitais no museu de arte Manuel Cargaleiro nas Unidades Curriculares de Ambientes Digitais e Novos Media de Consumo do Mestrado em Design Gráfico (Escola Superior de Artes Aplicadas – ESART – do Instituto Politécnico de Castelo Branco). As referidas unidades curriculares têm por objetivo saber utilizar e relacionar os elementos da linguagem audiovisual nos diferentes contextos contemporâneos; aplicar técnicas de animação, e relacioná-las com os meios de interação; explorar as diferentes possibilidades de interação e interatividade entre imagem, som e movimento em espaços específicos como neste caso em museus.

O museu é um local de excelência para proporcionar experiências diversas para educação, fruição e partilha de conhecimento. Os museus não devem ser vistos como “lugar de coisa velha” (Martins, et al, 2016, p.579). Felizmente os espaços museológicos em Portugal já se aperceberam disso e é já visível alguma evolução na adaptação das novas tecnologias aliadas aos espaços museológicos.

O presente artigo visa, também descrever as potencialidades formativas das etapas na conceção dos ambientes digitais criados para o museu Cargaleiro. Este projeto *Reapeating Ceramic Relief*, teve como base as metodologias das técnicas ativas do ensino numa abordagem ao PBL (*Project Base Learning*) e como tal, os estudantes tornaram-se os protagonistas deste projeto. Uma aprendizagem ativa na procura de uma solução para um problema aberto, nos quais os estudantes identificaram o problema antes de desenvolver uma solução, com a ajuda do professor que atuou como facilitador. As discussões em grupo, estudos de caso, projetos de pesquisa e simulações, fizeram parte deste processo de aprendizagem

Segundo Coffin (2013), “mudar para o PBL envolverá mudar ou remodelar a mentalidade e a prática dos professores em relação à pedagogia educacional, ao sistema educacional e ao paradigma educacional.” (p. 195)

Além desta mudança nos professores é também importante a nova atitude dos estudantes perante este método de ensino.

“As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os estudantes se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspetiva do professor” (Berbel, 2011, p.28).

Para além da descrição do processo utilizado com recurso a metodologias de projeto *Agile* e do seu respetivo registo de trabalho docente-discente, procura-se aqui compreender como é que estas novas tecnologias podem acrescentar valor aos museus e qual o impacto provocado a quem os visita.

### 1.1 Ambientes digitais em museus: Estado da Arte

Tem-se verificado um aumento gradual no investimento em tecnologias por parte dos museus cujo objetivo principal é atrair mais visitantes, tentando desta forma que exista uma maior afluência a estes espaços. O uso de jogos, *video mapping*, realidade aumentada, realidade virtual, informações adicionais através do uso de códigos QR, geram um impacto positivo na experiência dos visitantes.

Este interesse crescente pela parte dos museus, permitem-lhe potencializar visualizações mais complexas em acervos que não seriam possíveis sem o uso destas novas tecnologias.

Segundo o estudo de Carvalho e Matos (2019) “Museus e sociedade digital” da revista de museus/Direção-Geral do Património Cultural de 2019 consta que:

- As mudanças geradas pela evolução das tecnologias são uma tendência mainstream na sociedade contemporânea, com impactos significativos para os museus e para os seus profissionais;
- As tecnologias podem ajudar a alcançar a missão dos museus, de uma forma mais integrada;
- As ferramentas digitais podem contribuir para a disseminação do conhecimento, potenciando o acesso às coleções;
- As tecnologias podem criar condições para melhorar e enriquecer a experiência do visitante, e estimular a curiosidade;
- As tecnologias permitem chegar a novos públicos, especialmente os públicos mais jovens que já esperam mediação através das novas tecnologias;
- As tecnologias permitem envolver os públicos para além dos formatos tradicionais (ex. tabelas e outros textos de museus), facilitando formas alternativas e complementares de interpretação;
- As tecnologias oferecem um leque alargado de possibilidades para a apresentação de conteúdos (ex. aplicações descarregáveis para os dispositivos móveis do visitante), mas também novos meios e condições de acesso (ex. audioguias, linguagem gestual no telemóvel do visitante, guias com áudio descrição, etc.) (pp 5-7).

Nesse estudo também faz alertas para os seguintes pontos:

- As ferramentas digitais ou soluções tecnológicas não devem ser entendidas como um fim em si mesmas, mas como um meio, com objetivos claros e pensadas caso a caso; neste ponto, destacam-se preocupações quanto a uma aplicação de tecnologias motivadas exclusivamente por soluções em voga, mas que podem não acrescentar relevância e, nalguns casos, configurar meros acessórios decorativos;
- A criação de soluções que vão para além da ideia de entretenimento, ou seja, a necessidade da utilização informada e crítica de tecnologias que tenha em conta os recursos (limitados) existentes e, em função disso, privilegiar soluções atendendo à sua utilidade e relevância;
- O risco de uma aplicação excessiva das tecnologias que resulte na sobrecarga de informação disponibilizada ao visitante;
- O risco de exclusão de visitantes com iliteracia tecnológica e digital em consequência de uma aplicação intensiva das tecnologias;
- O risco de programar soluções tecnológicas, assumidas na sua fase de conceção como intuitivas e *user-friendly*, sem pressupor uma fase de testes que permita ajustes atendendo às necessidades de diferentes utilizadores;
- Quanto mais avançado é o museu em termos da incorporação de soluções e equipamento tecnológico, mais complexa é a sua manutenção. Neste ponto reconhece-se o risco de não prever e planear atempadamente os requisitos e as necessidades de

manutenção a médio e longo prazo (ex. serviços de manutenção externalizados ou recursos internos de manutenção) e a substituição de equipamentos (hardware) e atualização de software, atendendo à rápida obsolescência dos mesmos. Para Carvalho e Matos (2019):

Os museus têm de ter em conta que existem riscos na criação destes ambientes, pois o investimento excessivo nestas tecnologias podem criar uma experiência fragmentada a quem os visita ou até sobrepor-se às obras que nele existam. Não obstante, a criação de Ambientes Digitais em museus, revelam ser uma fonte competitiva de sustentabilidade financeira e de grande desenvolvimento sociocultural. (pp 5-7)

### 1.1.1 Arte Digital: Vídeo mapping e Realidade Aumentada

Existem vários modos de definir Arte Digital, mas pode caracterizar-se por arte que engloba toda e qualquer obra artística executada com ajuda de meios eletrónicos. Na ordenação das artes a Arte digital é classificada como a décima primeira arte incorporando arte e tecnologia. Segundo Lieser (2009, p.11), “pertencem à arte digital as obras artísticas que, por um lado têm uma linguagem visual especificamente mediática e, por outro, revelam as meta características do meio”. Englobado na manifestação artística da arte digital, importa neste estudo a utilização do *vídeo mapping* e a realidade aumentada e a sua aplicação em museus.

O *vídeo mapping* é uma técnica de projeção de vídeo capaz de criar uma ilusão visual no espectador com base na transformação total ou parcial do objeto sobre a qual é efetuada a projeção. Em Portugal temos um exemplo muito interessante no museu Casa-Estúdio Carlos Relvas onde, no início da visita, se apresenta um manequim do fotógrafo Carlos Relvas a falar para o público através da projeção de vídeo na face, fazendo mover os lábios e expressões faciais como se ali estivesse presente.



**Figura 1** Vídeo mapping Casa-Estúdio Carlos Relvas (Golegã)

Fonte: <https://www.facebook.com/pages/Casa-Estúdio%20Carlos%20Relvas/2256483267996132/photos/>

Verifica-se esta realidade igualmente no Centro de Interpretação do Românico em Lousada, o Centro de interpretação da Escultura Românica em Abragão, o COMUR Museu Municipal da Murtosa, o Cascais Museum, a Galeria Diário de Notícias, para além de um sem-número de museus que já utilizam esta técnica de forma permanente. Outros museus e galerias em Portugal começam a fazer apresentações de *vídeo mapping* ocasionais, evoluindo paulatinamente para uma inserção desta tecnologia de forma permanente nos seus espaços. Quanto à realidade aumentada, trata-se de uma tecnologia que expande o nosso mundo físico, adicionando-lhe camadas de informação digital. Esta realidade é aumentada usando dispositivos adequados capazes de ler esta informação, como os dispositivos móveis, óculos RA (óculos inteligentes), *Head-Up Displays* e até lentes de contacto RA. Presentemente, em muitos museus estão a adotar esta técnica sendo o mais representativo o Museu das Comunicações onde irá, no presente ano inaugurar uma “Sala Aumentada” em que os visitantes poderão conhecer as mais recentes tecnologias associadas à realidade aumentada, descobrir a história e o potencial desta tecnologia, assim como viver diferentes experiências de fusão entre o real e o digital em dispositivos como *tablets*, projetores ou *smartglasses*.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Ambientes imersivos, são espaços criados com o intuito de criar estados de ilusão e que convidam os visitantes à participação. A imersão é usada como um estágio para aniquilar a diferença entre a realidade e representação e como instrumento de persuasão da mente nas instalações artísticas, fazendo assim a ponte entre o real e o imaginário. A imersão é produzida quando “a percepção consciente se transforma numa inconsciência ilusória” (Grau,2005, p.256). Ao longo dos tempos, foram desenvolvidos inúmeros aparelhos para produzir ilusão e sensação de imersão.

Os panoramas do século XIX (panópticos), os dioramas (espaços combinando objetos tridimensionais e cenários, habitualmente dedicados à História Natural, com animais embalsamados) e mais recentemente as tentativas de cinema 3D ou os hologramas, constituem no seu conjunto um exercício mimético de ilusionismo.

Um dos exemplos de imersão é o Sensorama, um dispositivo criado por Morton Helig em 1962 em que o espectador coloca a cabeça num espaço fechado permitindo uma experiência imersiva, onde são recriadas as vibrações, vento e aromas. Sensorama era um objeto lúdico, pensado para funcionar com moedas, tal como os antigos Kinetoscope e desenvolveu-se até uma versão 3D em 1969. As tecnologias digitais podem acrescentar ou estimular a nossa percepção através do acréscimo de imagens virtuais aos objetos presentes fisicamente no mundo real. Assim, pela mediação de dispositivos tecnológicos podemos ampliar as nossas percepções, nossos limites físicos, imergir num ambiente virtual ou mesmo experienciar a sobreposição de imagens virtuais ao mundo real. Pode-se constatar que no contexto contemporâneo, as produções que utilizam tecnologias digitais suscitam o surgimento de várias terminologias para denominar os diferentes modos de perceber a realidade: realidade virtual, realidade aumentada, realidade mista, realidade híbrida, entre outras.

Anteriormente à era digital, o que se entendia por realidade virtual, era a ilusão de imagens apresentadas em pinturas (em paredes ou tetos), por meio de representações bidimensionais que tentavam integrar o espectador no ambiente por meio de um alto grau de realismo alucinatório.

Grau (2007) aponta que:

O artifício de sugerir a superfície da parede pintada estendia-se para além de um plano único e confere à sala a aparência de um tamanho maior que o real e atrai o olhar do visitante para a pintura, diluindo distinções entre espaço real e espaço imagético (p.41)

Um exemplo desta ilusão causada pela pintura apresenta-se na obra realizada por Miguel Ângelo na Capela Sistina do Palácio Apostólico, na Cidade do Vaticano. Esta pintura modifica a percepção do observador, pois a noção de ambiente “fechado” é substituída pela sensação de estar num ambiente que se estende para além das paredes, por meio de representação de anjos e santos, no meio de nuvens e outros elementos. A pintura realizada na cave de “Sant Ignazio”, em Roma, realizada por Andrea Pozzo também causa efeitos de ilusões visuais no observador. “A força irreprimível dessa célere ilusão de ótica provém do fato de que, pintada em abóboda, é inacessível ao tato; ademais, é tal a altura da igreja que a ilusão se encontra muito distante e sobram poucos índices de superfície que revela tratar-se de uma pintura” (Aumont, 1993, pp. 100-101).

Tanto as tentativas de causar a sensação de imersão por meio de dispositivos analógicos como aquelas que se utilizam nas tecnologias digitais, podem proporcionar ao observador/participante a percepção de fazer parte de outro ambiente. Pode-se frequentemente ouvir as expressões “estou imerso neste livro”, “imerso neste filme” e até mesmo “imerso nesta música”, mas na verdade estes modos de “sentir-se imerso” são sugeridos pela nossa imaginação, sentidos ou simplesmente pelo envolvimento com estes fatos. Olliver Grau (2009), investigador em média art, imersão de realidade virtual e emoções, caracterizou três estados imersivos.

- Estrutural (A) - estímulo sensorial de um ambiente de simulação tridimensional;
- Diegético (B) - envolvimento emocional caracterizado pela aceitação da ilusão;
- Psicológico (C) - absorção mental compreendida como atenção ou concentração.

Estes estados (sentidos ou configurações) entrecruzam-se, portanto não são excludentes. Grau, não atribui a imersão à tecnologia interativa, embora sustente que auxilia o processo de concentração e envolvimento, face às respostas do sistema e interatividade. Grau dá assim exemplos de estados:

A leitura de um livro pode acarretar B e C, enquanto instalações interativas estereoscópicas favorecem A e, provavelmente, B e C. Já estar concentrado numa só tarefa, provavelmente responderá a apenas C.

Com o projeto de ambientes digitais no museu Cargaleiro, pretendeu-se evocar um estado imersivo A (Estrutural), tentando recriar um ambiente tridimensional através da música e realidade aumentada nas obras do Cargaleiro, da componente visual e da construção da imagem mental que a respetiva animação de *vídeo mapping* forneceu.

Também se pretendeu que respondesse a B (Diegético) envolvimento emocional caracterizado pelas técnicas usadas para se obterem informações do espaço tridimensional, através da análise dos quadros do pintor e a aceitação da ilusão fornecida pelo conjunto do projeto (som, visual e realidade aumentada).

Por último, pretendeu-se que respondesse também a C (Psicológico), através da absorção mental compreendida como atenção ou concentração. Este estado C mereceu particular atenção da parte dos estudantes e do professor.

Segundo Grau (2009), a imersão não é apenas uma característica técnica, mas também uma experiência subjetiva e psicológica, que pode ter um impacto profundo na forma como o espectador percebe e se relaciona com a obra de arte. Ele argumenta que a imersão pode levar a uma maior empatia, envolvimento emocional e reflexão crítica por parte do espectador, tornando a arte digital uma forma poderosa de comunicação e expressão artística.

Foram elaboradas algumas pesquisas a projetos semelhantes que explorassem estados imersivos de uma forma inovadora recorrendo à arte digital e uma das formas encontradas foi a realidade aumentada.

A realidade aumentada é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades (Azuma, et al, 2001):

- Combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
- É interativo em tempo real
- Alinha objetos reais e virtuais entre si;
- Aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato, visão e cheiro.

É enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real (Augmented, 2017). É uma melhoria do mundo real com textos, imagens, gerados por computador (Insley, et al, 2003).

Dependendo do tipo de projetos ou dispositivos a utilizar em realidade aumentada, podemos classificá-los em várias categorias. No contexto de entrada de dados, a RA, pode ser classificada pelo critério de forma de rastreamento (Wang, et al, 2016). Quando se utiliza o processamento de imagem capturada, temos uma RA baseada na visão, quando está associada a algum tipo de sensor, temos a RA baseada em sensores. A realidade aumentada baseada na visão é robusta, precisa e fácil de usar, a RA baseada em sensores é mais precisa, tem menos latência e não tão sensível à variação da iluminação.

Existem vários dispositivos disponíveis no mercado para usufruirmos de realidade aumentada, como se referiu anteriormente, dispositivos móveis, óculos RA (óculos inteligentes), *Head-Up Displays* e até lentes de contacto RA. A maior parte destes dispositivos, utilizam a camera de vídeo para capturar e posicionar os elementos virtuais, mas existem outros dispositivos de entrada para um sistema de RA, tais como: GPS, sensores inerciais, sensores de profundidade, luvas de contato e interfaces tangíveis.

O futuro da interação, passará com certeza pela RA, sendo neste momento a inteligência artificial, percepção semântica, internet das coisas, recursos a integrar em aplicações AR, promovendo experiências cada vez mais significativas para os utilizadores.

Para que este projeto fosse concluído com sucesso, foram adotadas técnicas ativas de aprendizagem e metodologias de gestão de projeto.

Nas técnicas ativas de aprendizagem, este projeto visou exercitar a mobilização de saberes e saber-fazer adquiridos, construindo competências; motivação; provocar novas aprendizagens no próprio quadro do projeto; permitir identificar os conhecimentos adquiridos e a falta deles numa perspetiva de autoavaliação e de avaliação de balanço; desenvolver a cooperação e a inteligência coletiva; identidade pessoal e coletiva de uma forma de *empowerment*.

Os trabalhos de projetos trazem grandes benefícios aos estudantes, Perrenoud (2001) refere que o envolvimento dos estudantes em projetos resulta sempre em experiências fortes,

estimulando a indagação e a interrogação sobre saberes e aprendizagens. O papel do estudante e do professor diferem bastante das abordagens clássicas de ensino aprendizagem.

Estes princípios gerais de uma abordagem baseada em projetos podem diferir consoante a tipologia de projeto a desenvolver, assumindo assim diversas formas de operacionalização. Neste sentido, Helle et al, (2006), identificaram três abordagens distintas. O *project exercise*, o *Project component* e o *project oriented*.

O *project exercise* tem como base, levar o estudante a aplicar os conhecimentos adquiridos em determinadas unidades curriculares no projeto O *project component*, é mais abrangente nos objetivos e atuação, estando o projeto associado a uma situação real, onde se pretende estimular o desenvolvimento de competências de resolução de problemas e de potenciação da autonomia nos estudantes, conforme diz Helle et al,(2006)

In this type of project work, the aims are broader and the scope is larger; the project is more interdisciplinary in nature and often related to “real world” issues; the objectives include developing problem-solving abilities and a capacity for independent work. Often, traditionally taught courses are studied in parallel with the project course. (p. 289)

O *project oriented* que foi a tipologia usada no projeto de criação temporária de ambientes digitais no museu de arte Manuel Cargaleiro das Unidades Curriculares de Ambientes Digitais e Produção de Novos Media de Consumo, do Mestrado em Design Gráfico, assentou numa lógica de aprendizagem, como Powell & Week (2003) definem, enfatiza o trabalho em equipa, na resolução de problemas na estreita articulação teoria/prática, através da realização de um projeto que tem como finalidade a apresentação de uma solução/produto.

Project-led education focuses on team-based student activity related to learning and to solving large-scale open-ended projects. Each project is usually supported by several theory based lecture courses linked by a theme that labels a curriculum unit. A team of students tackles the project, provides a solution, and delivers by an agreed delivery time (deadline) a “team product”, such as a prototype and a team report. Students show what they have learned by discussing with staff the ‘team product’ and reflecting on how they achieved it” (p. 28).

Trata-se de uma estratégia importante para aquisição de competências interdisciplinares, que permitem a integração de vários conteúdos através de projetos colaborativos.

A gestão do tempo em cada projeto teve também uma preocupação especial, pois havia prazos a cumprir com a Fundação Cargaleiro. Neste sentido, a melhor opção foi adaptar o *Scrum*, uma abordagem *ágil* de projeto empresarial para a sala de aulas. Wazlawick (2013) definiu muito bem os três papéis de uma equipa da seguinte forma: *Scrum Master* que é o facilitador e solucionador de conflitos; *Product Owner* que é a pessoa responsável e a *Scrum team* que é a equipa de desenvolvimento de onde todos interagem para desenvolver o produto final. Neste projeto o professor assumiu o papel de *Scrum Master* e um pouco de *Product Owner*, pois o projeto não era apenas do professor, mas sim dos estudantes. Os estudantes assumiram o papel de *Scrum team*.



### 3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

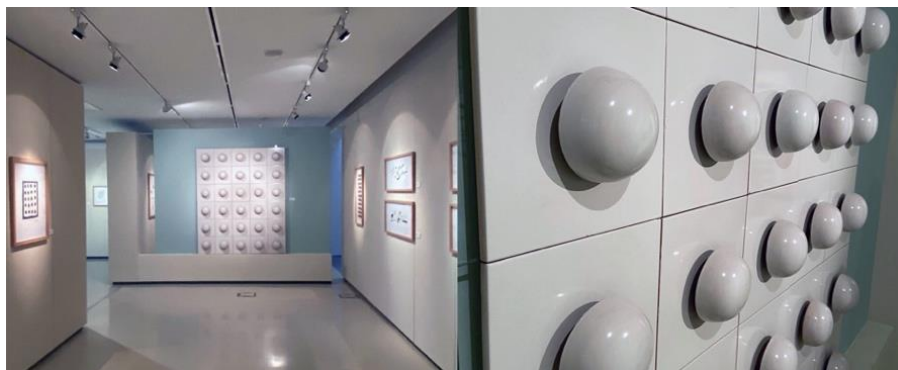
O planeamento e organização de tarefas correspondentes ao projeto proposto ao longo do segundo semestre foi um dos aspetos principais para que o grupo de trabalho interagisse de forma coesa e organizada, entrando em contacto com o interveniente (Fundação Manuel Cargaleiro) de forma a reunir toda a informação necessária para a realização do projeto de ambientes digitais nas obras do Cargaleiro.

Adotando o processo *Scrum*, iniciou-se pelo *Product Backlog*, onde contém todas as funcionalidades definidas, melhorias e correções de defeitos a serem desenvolvidas no projeto (Oliveira e Lima, 2011). Com base nesta lista, foi planeado a *Sprint* a ser executada. *Sprints* são ciclos de desenvolvimento de trabalhos a realizar.



**Figura 2** Museu Cargaleiro; Fotografia: Henrique Lourenço

Foram realizadas várias visitas ao museu para seleção das obras a estudar em realidade aumentada e vídeo mapping e desde logo a obra *Reapeating Ceramic Relief* foi escolhida pela neutralidade e solidez pelos painéis monocromáticos repletos de relevos geométricos com que o artista plástico revestiu a estação de metro de *Champs-Élysées–Clemenceau*, em Paris e também, pelo espaço central que ocupa no museu.



**Figura 3** Reapeating Ceramic Relief; Fotografia: Henrique Lourenço

Foram fotografados os quadros para posteriormente serem trabalhados em realidade aumentada e efetuados cálculos de distâncias do projetor à peça *Reapeating Ceramic Relief*. Esta obra tem as medidas de 180 cm de altura por 150 cm de largura, logo pelos cálculos

efetuados com o projetor a uma distância de 5,5m teríamos uma projeção de 287,9cm de largura por 230 cm de altura, o que permitiria projeção para além da obra a uma resolução do projetor de 1024x768 pixéis com 3700 ANSI lumens, mais que suficientes para iluminar a área pretendida. A distância do projetor para a tela, foi calculada pela seguinte fórmula: Distância do projetor para a tela = largura da tela desejada / relação de aspeto da tela / 2 x tangente do ângulo de projeção.



Figura 4 Cálculos de projeção na obra e testes; Fotografia: João Cabral

TAMANHO DA SALA		TAMANHO DA IMAGEM	
comprimento	9800mm (32'2")	Aspect Ratio: 16:9	
altura	2800mm (9'2")	Diagonal	231.2in (19'3")
largura	6000mm (19'8")	comprimento	2879 mm
		altura	230mm

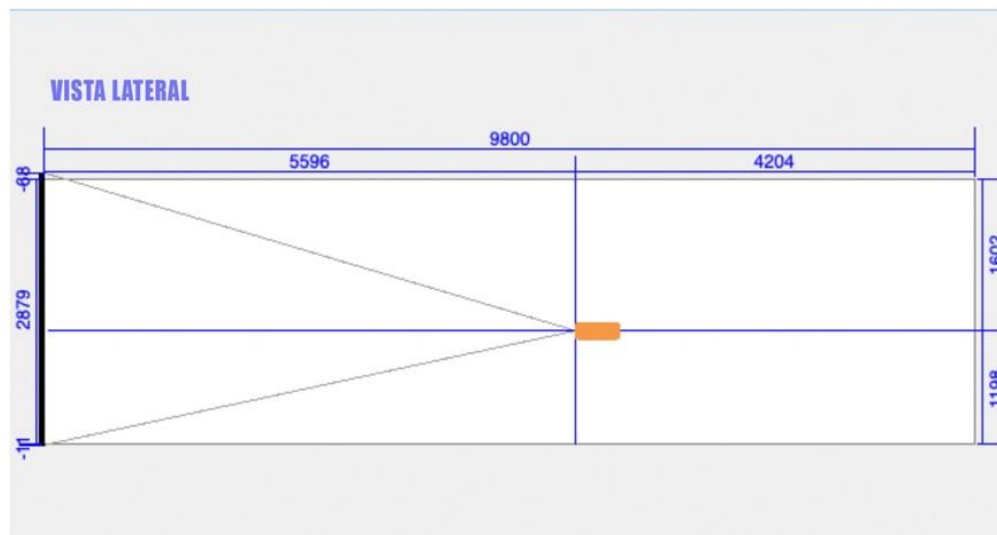


Figura 5 Cálculos de projeção; Fonte: João Cabral

Depois de todo o trabalho de campo realizado, começou a etapa de produção de conteúdos para a realidade aumentada e *vídeo mapping*. Tiveram lugar alguns debates em aula sobre análise ao estilo das obras do artista. Concluiu-se que as formas geométricas e as cores predominantes do vermelho, azul, amarelos e verdes teriam de ser uma constante no trabalho. Na realidade aumentada optou-se por dois estilos: um em que alguns quadros teriam

animações e outras simulações de camadas de pintura, de maneira que os visitantes pudessem viajar por entre as camadas das pinturas. Este processo passou pela vectorização dos quadros, para depois em *software* próprio como o *Artivive* animar as formas do quadro com recurso também ao *After Effects* e ao *Adobe Aero* para criar distâncias de camadas de tinta recorrendo para isso também ao *Adobe Photoshop*.

Finalizadas todas as produções de conteúdo para a realidade aumentada, estas foram testadas no museu Cargaleiro, para que as condições de iluminação fossem favoráveis, dado que a projecção de vídeo mapping iria realizar-se no mesmo local, tendo por isso pouca luz ambiente. De ressaltar que os discentes ao longo de todo este processo de desenvolvimento, realizaram testes de usabilidade nos vários visitantes deste museu. Os métodos de recolha de dados utilizados foram o da observação e inquéritos.

A metodologia de recolha de dados para avaliar a interação do utilizador com a realidade aumentada, foi o método da observação e as técnicas da observação direta, a gravação em vídeo e o *think aloud* foram também uma preciosa ajuda pois foi pedido aos utilizadores que fossem comentando a sua interação com as obras expostas. Quanto ao método de inquérito, foi realizado através de um questionário de perguntas abertas.

Em relação ao *vídeo mapping*, tratou-se de um processo mais complexo e moroso, porque aqui a criatividade de cada aluno seria o ponto principal. A procura de uma coerência na linguagem audiovisual, tornou-se necessária e para isso os estudantes tiveram que criar uma narrativa de modo a facilitar a compreensão da mensagem a transmitir. Esta narrativa foi baseada no movimento e som e a junção destes dois elementos permitiu uma transmissão clara da mensagem pretendida.

A linguagem audiovisual é sintética e integral. É perfeitamente sintética, visto que funde o áudio e o visual para dar uma nova comunicação. Não se trata de uma adição, de uma fusão do som e da imagem em movimento, que permite ao cérebro integrar simultaneamente as informações que percebe e aquelas que as memórias visuais e acústicas conservarão, as quais lhe dão todo o seu sentido [...] Destinada a ser percebida simultaneamente pelo olho e pelo ouvido, a linguagem audiovisual permite o empenho de todo o ser, o qual não precisa de recriar uma realidade parcelar. Este empenhamento desenvolve-se paralelamente com a sensorialidade que a linguagem audiovisual original. (Cloutier, 1975, p.71)

Norman (2010) defende que é no conjunto de objetos diferentes numa narrativa que está o segredo da compreensão da mensagem a transmitir.

A obra exposta ganhou assim mais duas dimensões: A dimensão musical e a obra trabalhada pelos discentes.

A dimensão da música escolhida (*Eddy Slap Project*) iria imprimir a dinâmica da animação através de diferentes ambientes como o *jazz*, o *funk*, o *soul*, a música chaabi muçulmana, etc. O tema movimentava-se maioritariamente num compasso quaternário com exceção do solo de guitarra que flui numa base rítmica marroquina de sete tempos. Neste tema como o próprio nome indica a base funk é o elo que liga as diferentes partes do tema, apesar das constantes variações rítmicas e dos compassos.

O tempo das animações foram divididos pelos estudantes, tendo em conta as diferentes partes do tema e aqui a sincronização do som com a animação seria o ponto fulcral do projeto. A obra foi mapeada em *Photoshop* para depois no *After Effects* serem trabalhadas em formas de máscaras onde se utilizaram alguns *scripts* de forma a tornar o processo mais célere. Os ajustes

finos das animações na obra foram mapeadas no software *MadMapper*. A obra *Repeating Ceramic Relief* passou a ser uma obra conjunta de Cargaleiro, do projeto Eddy Slap e dos discentes.

#### 4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

O projeto foi apresentado em dois momentos: O primeiro no dia da avaliação curricular com a presença da turma de Mestrado em Design Gráfico, estudantes da Licenciatura em Design Comunicação e Audiovisuais e professores convidados da Escola Superior de Artes Aplicadas. O segundo momento, a convite da Fundação Manuel Cargaleiro, teve lugar no dia do museu aberto às escolas, coincidindo com a celebração do 33.º aniversário da Fundação.



**Figura 6** Dia do aniversário da Fundação Manuel Cargaleiro; Fonte: Página oficial do Facebook- Fundação Manuel Cargaleiro

Neste dia especial de aniversário, a realidade aumentada e o *vídeo mapping* foram vistos e experimentados por 350 visitantes, o que também permitiu aferir a usabilidade do projeto nas três dimensões: Quanto à eficácia, à eficiência e à satisfação, segundo Nielsen.

Quanto à eficácia:

Foram observadas e anotadas todas as interações efetuadas durante a execução das tarefas (interação com a realidade aumentada), através das gravações de vídeo dos testes. Os referidos testes permitiram concluir que ainda existem muitos utilizadores que desconheciam as possibilidades da realidade aumentada, precisando assim de uma breve explicação inicial para que interagissem com o sistema.

Quanto à eficiência:

Para avaliar a eficiência, foram contados os números de toques, o sucesso na experiência com as condições de luz existentes no local e o tempo de interação na aplicação de realidade aumentada. Os dados recolhidos nos testes demonstraram que as condições luminosas condicionam bastante a correta interação com o sistema. A luz ambiente teve de ser aumentada para o sistema RA funcionar eficazmente.

Quanto à satisfação:

A satisfação foi mensurada pelo questionário e pela técnica do *Think aloud*. No caso do registo vídeo, foram analisadas as emoções manifestadas durante a interação. Na análise posterior do vídeo e do questionário, permitiu aferir que a satisfação foi cem por cento, pois os visitantes não esperavam este tipo de atividade neste museu.

Algumas pessoas distinguem entre os termos usabilidade e experiência do utilizador. Usabilidade é normalmente considerada a forma como o utilizador lida com a interface/ objecto digital, com maior ou menor dificuldade para executar uma tarefa. A experiência de utilizador, por sua vez, tem um sentido mais amplo, olhando para todas as interações de um indivíduo com o objeto, tal como pensamentos, sentimentos e percepções que resultam dessa mesma interação. (Tullis & Albert, 2008, p.4)

A realização desta atividade permitiu-nos concluir que o uso de *vídeo mapping* e realidade aumentada em museus permitem novas possibilidades de comunicação e interação com o público visitante.

As inclusões de tecnologias digitais em espaços museológicos permitem:

- Aumento do interesse do público: as tecnologias de *vídeo mapping* e realidade aumentada podem criar experiências mais envolventes e interativas, o que pode resultar num maior interesse e imersão do visitante. É de referir ainda que a duração média de uma visita orientada ao museu Cargaleiro é de uma hora e que com a inclusão destes ambientes digitais, esta aumentou o tempo de permanência no museu em cerca de vinte minutos.
- Ampliação da acessibilidade: o uso de tecnologias digitais pode tornar as exposições mais acessíveis a uma ampla variedade de públicos, incluindo pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. (Caso que mereceu especial atenção, pois foram observados cinco espectadores)
- Possibilidade de interação: as tecnologias de *vídeo mapping* e realidade aumentada podem permitir que os visitantes interajam com as exposições de forma mais imersiva e envolvente, criando experiências mais memoráveis e cativantes.
- Estímulo à reflexão: os usos destas tecnologias podem ajudar a estimular a reflexão crítica por parte do público visitante, permitindo explorar diferentes perspetivas e interpretações das exposições.

É de realçar que nem todos os museus em Portugal utilizam recursos de arte digital. Algumas instituições podem optar por exibir obras de arte e objetos históricos de maneira mais tradicional, sem recorrer a tecnologia de ponta. No entanto, os museus que utilizam recursos de arte digital podem oferecer aos visitantes uma experiência mais imersiva e interativa, compelindo-os a olhar a obra de arte sob outras perspetivas que sem isso não seria possível. Acresce ainda que a arte digital pode ajudar a tornar a arte e a cultura mais acessíveis. Por outro lado, os museus que optam por não utilizar tecnologia de ponta nas suas



exposições podem enfatizar a importância de preservar a arte e a história na sua forma original, sem qualquer alteração ou manipulação digital. Estes museus podem oferecer uma experiência mais contemplativa, focada em interiorizar e apreciar a própria arte.



**Figura 7** Clip de resumo do 33º aniversário da Fundação Manuel Cargaleiro

[https://www.linkedin.com/posts/politecnico-castelo-branco\\_performance-digital-repeating-ceramic-relief-activity-7029396583658008576Un1o?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_desktop](https://www.linkedin.com/posts/politecnico-castelo-branco_performance-digital-repeating-ceramic-relief-activity-7029396583658008576Un1o?utm_source=share&utm_medium=member_desktop)

A decisão de incorporar tecnologia de ponta nas exposições do museu depende do propósito e da abordagem de cada instituição, e ambas as opções podem proporcionar experiências valiosas e significativas para os visitantes.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Este projeto foi primordialmente, uma parceria entre professor e estudante na procura do conhecimento e na resolução de problemas que foram surgindo ao longo do mesmo.

Promover a autonomia intelectual dos estudantes através de um projeto proposto pelo professor, serviu para o desenvolvimento do pensamento, da interpretação, análise e sintetização por parte dos estudantes. O método de aprendizagem ativa baseada numa abordagem *PBL*, enfatizou a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, em vez de apenas receber informações passivamente. Este método incentivou os estudantes a assumirem a responsabilidade pela própria aprendizagem, promovendo a autonomia, a criatividade e a capacidade de resolver problemas.

Recorreu-se a várias técnicas de aprendizagem ativa, como discussões em grupo, estudos de caso, projetos de pesquisa, simulações, entre outros. Estas atividades foram projetadas para envolver os estudantes em processos de reflexão, análise crítica e tomada de decisão.

Para uma boa gestão deste projeto adotou-se também a metodologia de projeto *Agile*, através de um conjunto de técnicas e práticas para gestão de projetos que possibilitaram a coordenação de ciclos de desenvolvimento curtos e cronometrados que permitiram um desenvolvimento mais flexível às mudanças, sempre que aplicável.

No final de cada *sprint*, que são períodos de tempo gastos em cada tarefa na metodologia *Agile*, as prioridades do projeto iam sendo analisadas pelo professor e estudantes, permitindo assim, que novos *feedbacks* fossem adicionados. Esta junção de metodologia *Agile* e

as metodologias de ensino ativas, fizeram com que o projeto “Prática de ambientes digitais em espaços museológicos” se desenvolvesse dentro dos prazos estabelecidos pela Fundação Manuel Cargaleiro, de modo a poder ser apresentado num evento único, na data do seu aniversário.

As metodologias ativas têm sido cada vez mais adotadas por instituições de ensino, motivadoras e centradas no estudante. Preparam os estudantes não apenas para absorver informações, mas também para desenvolver habilidades cognitivas, sociais e emocionais, essenciais para o sucesso na vida pessoal e profissional.

Em suma, foi perguntado aos estudantes o parecer da utilização do PBL com a metodologia *Agile* nestas unidades curriculares, após ter explicado todo o processo pedagógico pretendido neste projeto. As críticas levantadas, destacaram-se nos prazos curtos para as entregas, que foram percebidos como pouco habituais pelos estudantes, acostumados a ritmos mais lentos de trabalho académico e o envolvimento por parte do professor.

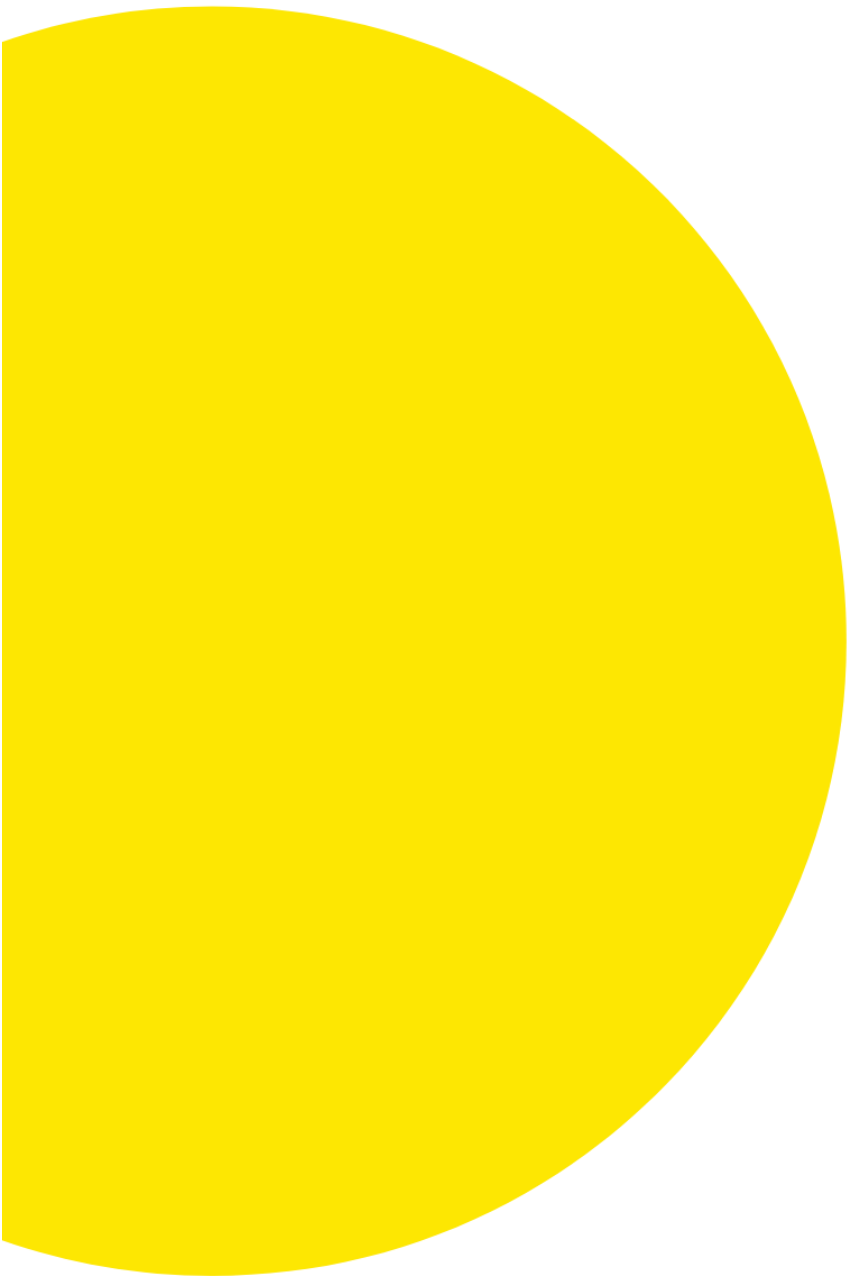
No geral, a aplicação prática do Scrum num ambiente académico foi bem sucedido, resultando num sistema funcional e incentivando um forte compromisso dos estudantes ao longo do processo. No futuro, pretende-se aplicar o Scrum com metodologias ativas de ensino em novas turmas de estudantes, aproveitando a oportunidade para introduzir novos conceitos de arte digital, permitindo uma análise mais aprofundada dos resultados obtidos no futuro.

## REFERÊNCIAS

- Carvalho, A., & Matos, A. (2019a). Museus e sociedade digital: Realidades e desafios em Portugal. *Revista de Museus*, (2), 8–23.  
[http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/26032/3/Carvalho e Matos Museus e sociedade digital realidades e desafios em Portugal.pdf](http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/26032/3/Carvalho%20e%20Matos%20Museus%20e%20sociedade%20digital%20realidades%20e%20desafios%20em%20Portugal.pdf)
- Berbel, N. A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1), 25. <https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25>
- Cita Russo, A., Kelly, L., & Chan, S. (2012). How will social media affect museum communication? Em nordic digital excellence in museums. *Revista Comunicando*, 1(1).
- Cloutier, J. (1975). *A era de emerec : Ou a comunicação audio-scripto-visual na hora dos self-media* (2a ed.). Instituto de Tecnologia Educativa.
- Coffin, P. (2013). Identificando necessidades para desenvolver um programa de desenvolvimento de pessoal PBL. *Jornal de Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior*, 1(1), 194–209.
- Edström, K., & Kolmos, A. (2014). PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development. *European Journal of Engineering Education*, 39(5), 539–555.  
<https://doi.org/10.1080/03043797.2014.895703>
- Grau, O. (2009). Lembrem a fantasmagoria! Política da ilusão do século XVIII e sua vida após a morte multimédia. In: Diana Domingues: *Arte, Ciência e Tecnologia (Media Art Histories, Portuguese Translation)*. Unesp.
- Guerra, A., Ulseth, R., & Kolmos, A. (Eds.). (2017). *PBL in engineering education: International perspectives on curriculum change*. Sense Publishers.
- Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). *Project-Based learning in post-secondary education – theory, practice and rubber sling shots*. Higher Education, 51(2), 287–314. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6386-5>
- Insley, S. (2003). *Obstacles to general purpose augmented reality*. ECE 399H, Information Security & Cryptography. Oregon, EUA.



- Kirner, C.(2004). Mãos colaborativas em ambientes de realidade misturada. (2004). In *Anais do 1º workshop de realidade aumentada*, (pp. 1–4).
- Kirner, C. (2011). Prototipagem rápida de aplicações interativas de realidade aumentada. *Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada*, 1(1), 29–54.
- Lieser, W. (2009). *Arte Digital*. Ullmann Publishing
- Lima, R. M., Dinis-Carvalho, J., Sousa, R. M., Alves, A. C., Moreira, F., Fernandes, S., & Mesquita, D. (2017). Ten years of project-based learning (PBL) in industrial engineering and management at the university of minho. In *PBL in engineering education* (pp. 33–51). SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-905-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-905-8_3)
- Lourenço, J. M., Guedes, M. d. G., Filipe, A. I., Almeida, L., & Moreira, M. A. (2007). *Bolonha: Ensino e aprendizagem por projeto*. Centro Atlântico, Lda.
- Manovich, L. (2001). *The Language of New Media*. MIT Press.
- Nielsen, J. (2012, 4 de janeiro). *Usability 101: Introduction to usability*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Norman, D. A. (2010). THE WAY I SEE IT The transmedia design challenge. *Interactions*, 17(1), 12–15. <https://doi.org/10.1145/1649475.1649478>
- Oliveira, E., & Lima, R. (2011). Estado da arte sobre o uso do scrum em ambientes de desenvolvimento distribuído de software. *Revista de Sistemas e Computação*, 1(2), 106–119.
- Perrenoud, P. (2001). Porquê construir competências a partir da escola? Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades. Edições Asa.
- Silva, L. (2021). Metodologias ativas na educação superior : Como docentes e discentes percebem a implementação das metodologias sala de aula invertida e aprendizagem baseada em problemas. [Dissertação de mestrado]. Repositório da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/47822>
- Silveira, G. A. (2011). *Imersão: Sensação redimensionada pelas tecnologias digitais na arte contemporânea* [universidade federal de Santa Maria]. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/5199>
- Tullis T., Albert B. (2008). *Measuring the user experience*. Morgan Kauffman.
- Romero, T., & Hounsell, M. (Eds.). (2020). *Introdução a realidade virtual e aumentada*. SBC.
- Wazlawick, R. (2013). *Engenharia de software: Conceitos e práticas*. Elsevier.Rio de Janeiro



ARTICULAÇÃO ENTRE  
INVESTIGAÇÃO & PRÁTICAS  
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,  
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

**S3**

—

ARTICULATION BETWEEN  
RESEARCH AND PRACTICES IN  
SCIENCE, MATHEMATICS AND  
TECHNOLOGY EDUCATION

# S3

Esta Secção procura, através de vários modelos de colocar investigadores e profissionais a refletir sobre a articulação entre investigação e práticas educativas, contribuir para novas agendas de investigação e práticas educativas na Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

---

This Section aims, through various models of engaging researchers and professionals in reflecting on the articulation between research and educational practices, to contribute to new research agendas and educational practices in Science, Mathematics and Technology Education.

---

Esta Sección busca, a través de diversos modelos de colocación de investigadores y profesionales para reflexionar sobre la articulación entre la investigación y las prácticas educativas, contribuir a nuevas agendas de investigación y prácticas educativas en la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.

**160 YEARS AFTER THE ORIGINS: WHAT IS NEEDED TO PROMOTE EVOLUTION  
LITERACY IN EUROPE**

**160 ANOS APÓS AS ORIGENS: O QUE É NECESSÁRIO PARA PROMOVER A LITERACIA  
EVOLUTIVA NA EUROPA**

**160 AÑOS DESPUÉS DE LOS ORÍGENES: ¿QUÉ SE NECESITA PARA PROMOVER LA  
ALFABETIZACIÓN EVOLUTIVA EN EUROPA?**

**Charis-Marina Antonatou<sup>1</sup>, Bento Cavadas<sup>2</sup>, Maria João Fonseca<sup>3</sup>, Evangelia Mavrikaki<sup>4</sup>, João  
Silva<sup>5</sup> & Xana Sá Pinto<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Faculty of Primary Education National & Kapodistrian University of Athens, Greece  
charisanton@gmail.com

<sup>2</sup>Polytechnic University of Santarém, School of Education; Lusófona University, CeIED - Interdisciplinary  
Research Centre for Education and Development, Portugal  
bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt

<sup>3</sup>Natural History and Science Museum of the University of Porto, Portugal  
mjfonseca@mhnc.up.pt

<sup>4</sup>Department of Pedagogy and Primary Education National & Kapodistrian University of Athens, Greece  
emavrikaki@primedu.uoa.gr

<sup>5</sup>CJD International School, Portugal  
joao.silva@colegiojuliodinis.pt

<sup>6</sup>Research Centre in the Didactics and Technology in the Education of Trainers (CIDTFF.UA), Department  
of Education and Psychology, University of Aveiro, Portugal  
xanasapinto@gmail.com

**ABSTRACT** | This paper reflects on insights from two teachers' educators, a science museum head of communication, one elementary school teacher from Portugal and one secondary school teachers from Greece, prompted by the study "Evolution in European and Israeli school curricula - A comparative analysis." Emphasizing the paper's significance in guiding curriculum revisions, the participants advocate for collaborative efforts among science education researchers, evolutionary biologists, teachers' educators, and educators to align research with curriculum and teaching practices. They stress the importance of creating educational materials and teacher education programs that empower educators to address education for sustainability through an evolutionary lens from early school years. Furthermore, they underscore the necessity for additional research on integrating evolution into elementary education, aligning learning objectives across grades, evaluating educational resources, and engaging with religious students on evolutionary topics.

**KEYWORDS:** Evolutionary literacy, Curriculum analysis, Teacher training, Educational resources, Elementary schools.

**RESUMO** | Este artigo reporta as reflexões de dois formadores de professores, da diretora de comunicação de um museu de ciência, de um professor do ensino primário em Portugal e um do ensino secundário na Grécia, inspiradas pelo artigo “Evolution in European and Israeli school curricula - A comparative analysis”. Enfatizando a importância do artigo na orientação de revisões curriculares, os participantes defendem a necessidade de esforços colaborativos entre investigadores das ciências da educação, biólogos evolutivos, formadores de professores e educadores, para alinhar os currículos e práticas de ensino com a investigação. Destacam a importância de desenvolver recursos educativos e programas de formação de professores que capacitem os educadores para abordar a educação para a sustentabilidade através de uma perspectiva evolutiva, desde os primeiros anos escolares. Salientam ainda a necessidade de mais investigação focada na introdução da evolução desde os primeiros ciclos de ensino, no desenvolvimento e avaliação de recursos educativos e em estratégias para abordar a evolução com estudantes religiosos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Literacia evolutiva, Análise de currículos, Formação de professores, Recursos educativos, Escolas primárias.

**RESUMEN** | Este artículo reflexiona sobre las ideas de dos formadores de profesores, un responsable de comunicación de un museo de ciencias, un profesor de primaria portugués y un profesor de secundaria griego, motivados por el estudio “Evolution in European and Israeli school curricula - A comparative analysis”. Enfatizando la importancia del artículo en las revisiones curriculares, abogan por esfuerzos colaborativos entre investigadores en educación científica, biólogos evolutivos, formadores de profesores y educadores para alinear la investigación con el currículo y las prácticas de enseñanza. Destacan la importancia de crear materiales educativos y programas de formación de profesores que los capaciten para abordar la educación para la sostenibilidad de una lente evolutiva desde los primeros años escolares. Subrayan la necesidad de investigaciones sobre la integración de la evolución en la educación primaria, alineando los objetivos de aprendizaje en todos los grados, desarrollando recursos educativos y relacionándose con estudiantes religiosos sobre evolución.

**PALABRAS CLAVE:** Alfabetización evolutiva, Análisis curricular, Formación docente, Recursos educativos, Educación primaria.

## 1. INTRODUCTION

When we celebrate 160 years since the publication of Darwin's most famous book (On the origin of species by means of natural selection; Darwin, 1859) several studies show that evolution is still not understood by many people across the world (Kuschmierz, 2022; Cavadas & Sá-Pinto, 2023) despite its central importance to understand natural world and address important sustainability changes (Jørgensen et al., 2019; Kampourakis, 2022). To understand how national curricula are contributing to promoting public literacy in evolution, 45 authors, including science education researchers, science teachers and evolutionary biologists, all members of the EuroCitizen COST Action (<https://www.euroscitizen.eu/>) analysed 19 school curricula (18 European countries and Israel's). From this collective effort resulted the paper "Evolution in European and Israeli school curricula - A comparative analysis" (Mavrikaki et al., 2024) that analysed the official documents guiding education until the 9<sup>th</sup>-10<sup>th</sup> grade, the end of the shared curricula in most countries. The study aimed to uncover the minimum education a person could receive relative to evolution in each of these countries. The findings of this paper are worrying us as they show that (i) less than half of the essential learning goals for scientific literacy in evolution are included in the curricula; (ii) prevalent learning objectives focus on very basic evolutionary knowledge; (iii) goals pertaining to the mechanisms of evolution are frequently omitted or inadequately covered; (iv) connections between evolution and its real-world applications are often absent. The present round table aimed to discuss the results of this paper and what is needed to further strengthen public evolution literacy. The round table took place on the 7<sup>th</sup> of March 2024 and lasted approximately 60 minutes. Five people participated in the round table.

***Evangelia Mavrikaki*** is the first author of the paper. She is a biologist and a Professor at the National and Kapodistrian University of Athens, Greece, in the Department of Pedagogy and Primary Education where she teaches biology education and health education to future teachers. She has been president of EvoKE and the co-leader of the Formal Education working group of the EuroCitizen COST Action. This working group aimed to understand how formal education could better contribute to fostering public literacy in evolution.

***Bento Cavadas*** is also author of the paper and a science education teacher at the Polytechnic Institute of Santarém, Portugal, where he prepares his students to become science and mathematics teachers. He was a member of EuroCitizen COST Action and his research interests include to understand pre-service teachers' conceptions about evolution and how to better prepare them to mobilise their evolution knowledge and skills in their future classes in kindergarten and primary school.

***Charis-Marina Antonatou*** holds a degree in biology and serves as a secondary school teacher at the High School of Koroni, located in Messinia, where she teaches biology to her students. She is currently pursuing her doctoral studies, exploring secondary school teachers' knowledge of the nature of science and how this knowledge affects their understanding and acceptance of evolution.

***João Silva*** is a primary school teacher. He is now teaching at an International School in Portugal that follows the Cambridge curriculum but he has prior experience as a primary school teacher both in Portuguese schools based in Portugal and in English schools based in the UK.

***Maria João Fonseca*** is the head of communication of the Natural History and Science Museum of the University of Porto and the director of the Hall of Biodiversity science centre. She

is also a researcher on science education and communication, and her research has been mostly focusing on the assessment of the impact of educational activities.

**Evangelia and Bento, can you briefly explain what were the motivations of this paper and its main results and what are its main implications for education policies, practices and teacher training?**

**Evangelia:** What motivated this research was the large evidence coming from the literature supporting that, in many countries, people do not understand or accept evolution. So, we wondered what could be the role of school curricula in this problem. What have these people been taught in their schools about evolution? Is evolution taught similarly across Europe or does evolution education vary across countries? Is evolution taught to all European students or only to those who will follow scientific careers?

To answer these questions, we decided to analyse the curricula from the 1<sup>st</sup> to the 9<sup>th</sup> grade, which are the grades during which, in most countries, students follow the same disciplines and the same curricula. In some countries, we further extended the analysis up to the 10<sup>th</sup> grade or 11<sup>th</sup> as curricula is shared until then. This choice of grades also allowed us to focus on students who, in many countries, will complete compulsory education and are approximately 15 years old which is also the age at which PISA evaluation is performed. We decided to focus on the biology curricula. When there was not a biology subject, we analysed the natural science subjects where biology was included.

We performed a quantitative content analysis of the learning goals in each curriculum to find out which evolution key ideas were present. For that we used FACE, a framework of analysis that we have developed in a previous article by almost the same authors. This framework is useful for analysing curricula and developing educational material, as it provides the key ideas needed to develop literacy in evolution focusing on 6 major dimensions: history of life, evidence for evolution, mechanisms of evolution, studying evolution, nature of science and scientific practices. These dimensions are needed to promote evolution understanding but also its acceptance.

The results we obtained revealed that, in the analysed countries, the curricula that apply to all students include less than half of the key ideas needed to promote evolution literacy. Also, very important, our results show that the analysed curricula give little to no importance to the processes that drive evolution and do not explore daily life examples of evolution. I think that the patterns we found may explain, at least partially, why so many people in Europe and worldwide outside Europe do not understand or accept evolution and I think that more research is needed to test this hypothesis.

Regarding the impact of our results I think these should be considered by the people who design educational policy and that it is important to redesign the curricula considering our results and addressing the identified problems. But our results are also important to rethink and redesign teacher training. In fact, we can train teachers to overcome the problems we identified and explore the learning goals that are missing in the curricula. As evolution is transversal and central in biology, teachers can easily address the missing evolution learning goals in their everyday teaching practices, even if these are not explicitly mentioned in the curriculum.



**Bento:** In my opinion the paper has many implications for educational policies, practices and teacher education, which is my work field. Evolution is closely related to critical thinking and if we want to promote the development of this competence in students, then the curricula should include the necessary learning goals to promote evolution literacy that could be addressed both in formal and non-formal education contexts. Moreover, evolution understanding is closely related with health literacy for example. I think that COVID19 pandemics could have been better understood by the general population and by future teachers if they possessed a deeper understanding of evolution and evolutionary mechanisms. These are some of the reasons why it is so important to overcome the problems we identified in the curricula in the paper published in 2024.

**What collaborations between researchers, educators and teacher trainers do you feel are needed to promote educational practices that effectively overcome the problems that were identified in the paper?**

**Charis:** This paper illustrates the significant differences in the content and depth of evolution education in different countries. Reflecting on my experience within Greek schools, it appears that teachers lack confidence in teaching evolution. This insecurity leads them to rely solely on textbook material. To address this issue, it is crucial to prioritise the empowerment of teachers in teaching evolution. By enhancing their knowledge and confidence, teachers can navigate the shortcomings identified in existing curricula, even if changes in school curricula take time to implement. While the process of curriculum revision may pose challenges, it is essential to seize opportunities to improve the incorporation of evolution and its characteristics into educational materials. Although long awaited changes in Greek textbooks are anticipated the following year, the specifics remain uncertain, leaving questions about potential enhancements in the coverage of evolution unanswered.

**João:** Regarding this question, I agree with Charis. I feel that collaborations between researchers, teachers and teachers' trainers are crucial to address the challenge and fight the problems in evolution learning goals found in the various curricular dimensions analysed in this paper. For example, it is much easier for a researcher to identify and make evolution visible in topics where evolution is not explicitly mentioned. This would allow us to explore evolution in different subjects, even for example in Portuguese language curriculum as languages also evolve. Another example is vaccines and vaccination. For teachers, identifying these issues while working is a difficult task and this is a problem that can be easily overcome through collaboration with researchers. So, I find that these collaborations could really contribute towards that goal.

**Maria João:** Well, we at the Natural History and Science Museum of the University of Porto do collaborate a lot with researchers. Some museums do have researchers in their boards, and sometimes they are the ones in charge of engaging in educational activities. And it's true what João said. I feel that it's true that researchers, especially evolutionary biologists, do have a wider view on topics that can be addressed even though they may not have the tools to develop educational activities, and this highlights the importance of the partnerships between these, science education researchers and teachers. The challenge is knowing how to better support

these collaborations. We have been thinking about providing and updating teacher courses for in-service teachers, for instance and inviting researchers working on different topics of evolution to engage with teachers and educators, to create educational activities that can then be put in place in schools or at the museum. But so far, we have not yet implemented this idea.

Sometimes we do have researchers working on specific fields - evolution included - talking to teachers, and the content of the course may be extremely relevant. But my experience suggests that, often, teachers do not profit from those, because they feel that, even though these courses contribute to their understanding of a topic that is included in the curricula, these do not necessarily fit what they do have to address in their classes. So, the idea would be to mediate the knowledge that researchers have on these specific topics and adjust the way in which these are worked through, to meet what teachers and educators need for their own teaching practice when dealing with students, children, or adults. So, I agree that collaboration is fundamental. My question is how can we promote it in an effective way.

**Evangelia:** Something we also learned during the research we carried out in this paper is that, in different countries, teachers have different degrees of freedom. That is why some of the curricula we analysed were short and with fewer guidelines while others were much more extensive with lots of guidelines and proposed activities for students. We definitely have to take these different degrees of teachers' freedom under consideration, not only when thinking about schools but also when thinking about teachers' education as this will affect their ability to further explore evolution during students' education, despite the curriculum. Finland's curriculum, for example, didn't have so many guidelines for teachers and their teachers have more freedom when applying the curriculum, if I remember correctly. But Finnish teachers are highly trained to do that: both at their pre-service training but also through a strong in-service training program all along their careers.

I feel science museums and other non-formal education institutions can greatly contribute to teachers' in-service training. Of course, it is also important that researchers from natural sciences and from science education in informal and formal contexts collaborate to develop new curricula. But for me, what is the most important thing, is that they collaborate to train teachers. Training teachers to empower them to teach about evolution will always be needed and fundamental, even when evolution is well represented in the curricula. But when the curriculum does not include some important goals, a trained teacher can include these in his/her everyday practice. We should account for the hidden curriculum, not only the formal curriculum. I mean, what the teachers choose to teach deeper or shallower is also very important. And teacher training would greatly benefit from the collaboration between researchers and teachers.

**Bento:** I want to stress some ideas that Maria João and Evangelia have just expressed, because I really agree that we must have in-service teacher education programs on evolution with collaboration of researchers. This is very important to maintain evolution on teachers' focus. We must be aware that teachers are asked to give attention to many different topics and if we do not provide them opportunities to participate in evolution education workshops or other forms of training, there is a risk of teachers neglecting evolution education.

But I also think that, if we want to address the importance and relevance of evolution education, we must integrate it into the official curriculum with further detail. The reason is that if evolution is included in the official curriculum, it will also be incorporated into textbooks, which, in my opinion, will further facilitate the integration of evolution education into classrooms.

Maybe I am a little bit enthusiastic about it, but in my opinion, we should have evolution education from kindergarten and primary schools, because there we can find the basis for the scientific reasoning and for the understanding of the evolution major concepts. So, the idea would be to mediate the knowledge that researchers have on these specific topics and adjust the way in which these are worked through, to meet what teachers and educators need for their own teaching practice when dealing with students, children, or adults about the nature of science. In my opinion, it is crucial to include the fundamentals of evolution education since kindergarten and primary school curricula.

**João:** I would like to say that I completely agree with the Bento. There, has to be a restructuring of the curricula coming from above. We cannot just rely on teachers to do the connections between evolution and the science topics as this is not what they were trained for.

I have to mention that, after reading the paper I went to examine both student books in the Cambridge curriculum and it's evident that evolution isn't explicitly addressed and it's also not addressed in the Portuguese books, at least in the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> grade. However, there are subtle indications about how organisms utilize resources and about processes that ensure survival and propagation of the species.

But while the content is logical and logically presented, direct connections to evolution and its sub categories are lacking. Extending the contents to further integrate great evolutionary concepts depends on each teachers' discretion, and it's not compulsory. Yet relying only on the teachers' initiative isn't ideal, as it leaves the incorporation of evolutionary principles to their discretion, potentially leading to inconsistencies in students' understanding of biological processes. So, I completely agree this has to come from the curriculum, otherwise I don't think this is going to be addressed by all nor even by the majority of the teachers.

**Charis:** I strongly agree. In Greece, evolution is not a mandatory component of the education curriculum, leaving only a minority of students exposed to its contents. Even among those who do encounter it, the treatment of evolution tends to be cursory, often presented at the end of textbooks with limited attention from teachers, instead of acknowledging it as the unifying theory of Biology. Consequently, only a select few students receive a superficial understanding of key evolution concepts. Given these circumstances, I strongly advocate for the introduction of evolution education at an earlier stage. By integrating it into the curriculum from a younger age, we can ensure that a broader spectrum of students is equipped with a foundational understanding of this fundamental scientific theory.

**How can science education research contribute to educational practices in evolution that ensure that all learners acquire the knowledge and skills needed to promote sustainable development?**

**Evangelia:** In my opinion, education research, is a very promising way to achieve whatever we want to see applied in schools. We provide the evidence for those who design the policy. At least it should be like that. But unfortunately, it's not always like that. In Greece, for example, this is not the case. Unfortunately, many important findings from science education research are never taken under consideration. For political reasons, many of these research findings are never applied in education. However, this should be the driving motor of any education reform. I mean when designing curricula, the results of research in education should be applied and used to inform practices in schools. This is however done in primary or secondary education departments in universities, and there should be this connection between universities, research in education and the university educational policy.

Regarding the sustainability goals, I don't think there is such a huge gap between science and humanities and evolution is a very good example of that. In my opinion people who understand and accept evolution, understand why there are and there should be diversity in life and these people cannot be so easily influenced by racists. They can understand that there are no such things as human races and that “pure races” are not good for species'/populations' long-term evolution and adaptation. So, I think that understanding and accepting evolution can promote humanistic values.

**Bento:** When you asked that question I immediately thought about biodiversity and educational practices about biodiversity. In fact, I do many activities related to biodiversity because I think students must understand that all living beings are interconnected and depend on each other. And this also applies to humans: we are different, but we are also interconnected and depend on each other. I think this idea of the evolution of life can and should be mobilized to explore topics such as human biological and cultural diversity, global citizenship, among others.

Studying evolution can also promote critical thinking skills as students are asked, for example, to analyse evidence and argue using logical arguments. These skills are essential for addressing complex societal challenges such as climate change or artificial intelligence, among other issues, promoting a culture of evidence-based decision making. This is very important in this period where fake news and fake science are proliferating and spreading. We have much to accomplish regarding evolution education and the promotion of sustainable development goals. However, evolution and its principles offer a robust foundation for addressing sustainability challenges.

**Maria João:** I was listening to Evangelia and Bento and I completely agree. Something that we, at the Hall of Biodiversity, always work through whenever addressing biodiversity, is that there's no biological basis for discrimination among humans as we are all very diverse. So many humanistic values can indeed be addressed through biology education and specifically biodiversity education. And I also agree that evolution education allows us to become more

critical on the way we assess information and on the relationship between contents, events and phenomena.

Research on science education and evolution education, in particular, is of key relevance to have teachers develop educational practices on evolution. Again, examples like this paper in particular and sharing practices that are aligned with the science education curricula, but specifically address contents related to evolution and to biodiversity that are of use to their practice.

I would like to stress the fact that we, as teacher trainers, do have to focus on what's relevant for teachers to engage in. Obviously, we need to open new horizons and share information that is relevant and that may be state-of-the-art, but still, we do need to make connections to their needs and to the real-life contents they need to work through with their students. And if we manage to get natural sciences' researchers and educational sciences researchers to come together to show how this can be done, it would be very efficient. I'm not entirely sure how to do it, but I feel this would be very efficient because we would be able to provide educators, teachers and teacher trainers with examples of how to connect both content and practice to allow their students - adults and children alike- to achieve the expected learning goals.

**Charis:** I agree with the views expressed by all of you. I was thinking of how we can leverage the flexibility within our school system to incorporate problem-based exercises or fieldwork into our teaching approach. We are situated in the rural area of Messinia and so, we have the opportunity to venture outdoors, facilitating hands-on discussions that enhance students' comprehension of topics such as climate change and biodiversity, as Bento aptly highlighted.

Collaborations with researchers present a valuable avenue for enriching our teaching practices. In my opinion, we can overcome the problems with evolution education if educators can effectively integrate real-world applications of evolutionary concepts into their lessons. I firmly believe that, by contextualising evolution within everyday life, we can bridge the gap in understanding and concurrently contribute to achieving our learning goals.

**João:** I was hearing your answers to this question and talking about diversity and how we can improve the relations among people from different cultures and people with different features and I immediately thought about the first days of school. Especially in an international school where we have different students, coming from different parts of the world, and some coming from places where they are used to seeing people with similar features, so they are obviously curious about diversity. In the first few days, with this lack of experience from some students with human diversity, some issues arise and I have to bring up the subject of evolution to explain basic concepts. I'm not an expert on evolution, but I had to explore evolution to explain basic concepts in order for them to understand human diversity. And this has to do with evolution and with human adaptation. All in all, we are all people with just different characteristics and that basically happened because of evolution.

So, evolution can help students to better understand human diversity and this is important as they will eventually grow up to become adults and voters. So, I think this is a crucial topic to explore in schools.

**If you were allowed to set the agenda for education research for the next, let's say, three years, what do you think would be the most important directions to follow in education research?**

**Evangelia:** I would go with researching the teaching of evolution from the very first grades because we already have research regarding what older students and adults know and understand about evolution and about what and how evolution is taught in schools from higher grades. We also do have some research regarding what teachers know and about evolution and whether they accept it or not in some countries. So, I feel the next step should be to research about teaching evolution from the very, very first grade, from kindergarten: how we could introduce evolution in these grades, what would be the best way to do this and how we could train elementary school teachers to do this. It would also be important to do some research about how we can develop relevant educational material to support teachers. A well-developed educational material would help teachers to promote students' learning about evolution. This is, in my opinion, what we should focus on.

**Bento:** I agree with Evangelia's suggestions. I would like to stress her last idea about the importance of educational resources. In my opinion, research should facilitate our understanding about the most effective educational resources to teach evolution. What are the features and main characteristics of these resources? This is very important because, in my experience, teachers are always looking for the best educational resources to deliver the curricula content. If we identify, create and share effective resources in a way that teachers can easily find, download and adapt them, for sure teachers are going to use these.

**Maria João:** I would like to reinforce what both Evangelia and Bento said. When preparing a research agenda, we should make sure that it focuses, longitudinally, in various ages and school years, starting from an early basis onwards. At least in our country, as you know, whenever we try to enact changes in the curricula, sometimes these do not seem to work. But because we do not implement these measures longitudinally and consistently, across the various school years, we lose the ability to understand why they fail. So, introducing change from an early age, and letting it carry on along the next school years, would make sense. Also, I do agree that it would be relevant and useful to identify good practices, collecting some indicators on what works better and conveying all that information in a single access point. It would be important to have educational resources validated to reassure practitioners that these are relevant and effective for their practice. These two aspects I think would be of great value when thinking of preparing an agenda.

**João:** Well, in practice I think we need to place more emphasis on the subject of science so that this is not just a secondary subject. Disciplines such as languages and mathematics are perceived as the main subjects and science is usually the extra sibling in school curricula. This happens because, of course, we have more final exams for mathematics and language disciplines than for science. Parents are usually more concerned with these two subjects and pay less

attention to science because, at the end of the day, they will have an exam on language or mathematics subjects and not science.

There's also another issue in the Portuguese schools. When I started reading this paper and thought of my previous work as a Portuguese school teacher and how it was so difficult sometimes to address the topic of evolution. This is not so strong in the international school where I work now. But several times I had to make sure my students understood me when I was answering questions about evolution and other science topics that I was addressing those under a scientific perspective and not under a religious perspective. Their interventions regarding any science subject many times were to questioning as they felt scientific explanations were conflicting with the religious views that they were exposed to in their religious studies at the church. It would be much easier to just dismiss these interventions and, say, science is science and religion is religion; we don't talk about religion in science classes. However, we have two factors: on one hand we have the parents and I'm sure that some of them would challenge my statements, even though religion does not play any part in the science curriculum; on the other hand, it is challenging to say to the vast majority of children that in science we deal with empirical evidence and knowledge. So, to conclude this thought, the environment in which children are brought strongly affects how we can approach a subject. So, I think it is also important to do research on how to approach evolution to an already biased audience. Luckily, we are dealing with children and I like teaching children because they allow themselves to think and change their own minds if needed.

**Charis:** I believe there's a discrepancy in how science is represented in the earlier grades of Greek schools, perhaps due to the inclusion of religious studies from a young age. That could lead to misconceptions which may persist and accumulate as students progress through the education system. Therefore, I support the notion of introducing evolution at an earlier stage in the curriculum.

I fully endorse Bento's emphasis on the necessity for teachers to be equipped with effective tools, particularly in tackling complex topics such as evolution. Also, Maria João's point regarding the importance of coherence across grades is well-founded. A more seamless integration of topics across curriculum, spanning from kindergarten to secondary school, is essential. Currently, in Greece, there is a disparity concerning the timing of the curriculum revisions, with significant changes occurring only at specific junctures, such as in gymnasium and lyceum (9th and 12th grades, respectively). This disjointed approach creates discontinuity and creates obstacles in developing a cohesive educational framework.

## **CONCLUDING REMARKS**

The round table discussion emphasizes the need to integrate key evolution concepts into curricula from early school years to the end of the shared curricula. These changes should be mirrored in textbooks. Additionally, there is a crucial emphasis on empowering teachers through effective training programs to teach evolution across all grades, aligning with daily contexts and sustainability problems. Collaboration among educators, trainers, biologists, and science education researchers is vital to developing educational resources that promote evolutionary literacy, empowering students to address sustainability issues. Research is needed to enhance evolution education from early years, design effective curricula, create adaptable educational



resources, and engage religious students. The round table participants also stress the importance of research on how to facilitate effective collaborations and teacher empowerment.

The editors of APEDUC Journal extend their gratitude to the participants of this round table for contributing to the dialogue between research and practice in science and technological education.

## REFERENCES

- Jørgensen, P. S., Folke, C., & Carroll, S. P. (2019). Evolution in the Anthropocene: Informing governance and policy. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 50(1), 527–546. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110218-024621>
- Darwin, C., & Wallace, A. R. (1858). On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society, Zoology*, 20, 45–62.
- Kampourakis, K (2022). Reconsidering the goals of evolution: defining evolution and evolutionary literacy. *Evo Edu Outreach* 15 (21). <https://doi.org/10.1186/s12052-022-00180-4>
- Kuschmierz *et al.* (2022) European first-year university students accept evolution but lack substantial knowledge about it: a standardized European cross-country assessment. *Evo Edu Outreach* 14 (17). <https://doi.org/10.1186/s12052-021-00158-8>
- Mavrikaki, E., Realdon, G., Avelo, T., Bajrami, A., Bakanay, C.D., Beniermann, A., Blagojević, J., Butkeviciene, E., Cavadas, B., Cossu, C., Cvetković, D., Drobniak, S.M; Durmuş, Z.O; Dvořáková, R.M.; Eens, M., Gazda, M.A.; Georgiou, M.; Gostling, N.J.; Gregorčič, T.; Janštová, V.; Jenkins, T.; Kervinen, A.; Korfiatis, K., Kuschmierz, P.; Lendvai, A.Z., de Lima, J.; Miri, F.; Nogueira, T.; Panayides, A.; Paolucci, S.; Papadopoulou, P.; Pessoa, P.; Pinxten, R., Rocha, J.R.; Sánchez, A.F.; Siani, M.; Sokoli, E.; Sousa, B., Stasinakis, P.K.; Torkar, G.; Valackiene, A.; Varga, M.; Vázquez-Ben, L.; Yarden, A.; Sá-Pinto, X. (2024) Evolution in European and Israeli school curricula - A comparative analysis. *International Journal of Science Education*. DOI: [10.1080/09500693.2023.2293090](https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2293090)
- Cavadas, B.; Sá-Pinto, X. (2021) Conceções de Estudantes Portugueses em Formação Inicial de Professores sobre a Evolução e a Origem da Vida. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u13391362>.



**S4**

**LIVROS E COMPANHIA:  
RECENSÕES CRÍTICAS E  
SUGESTÕES DE INTEGRAÇÃO  
DE RECURSOS DIDÁTICOS**

—

**BOOKS AND MORE: CRITICAL  
REVIEWS AND SUGGESTIONS  
FOR INTEGRATING TEACHING  
RESOURCES**

# S4

Esta secção destina-se a acolher:

- A. Recensões críticas de obras científicas /literárias /artísticas /educativas, com potencial relação com Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia;
  - B. Sugestões de recursos (blogs, simulações, animações, vídeos, jogos, aplicativos online, etc) com a respetiva descrição da experiência educativa de integração.
- 

This section is intended to accommodate:

- A. Critical reviews of scientific/literary/artistic/educational works, with potential relation to Education in Science, Mathematics and Technology;
  - B. Suggestions of resources (blogs, simulations, animations, videos, games, online applications, etc) with the respective description of the educational experience of integration.
- 

Esta sección está destinada a acomodar:

- A. Reseñas críticas de obras científicas / literarias / artísticas / educativas, con potencial relación con la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología;
- B. Sugerencias de recursos (blogs, simulaciones, animaciones, vídeos, juegos, aplicaciones en línea, etc.) con la respectiva descripción de la experiencia educativa de integración.

## SUGESTÃO DE INTEGRAÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO "SIMULAÇÃO INTERATIVA PHET - SOLUÇÕES ÁCIDO-BASE"

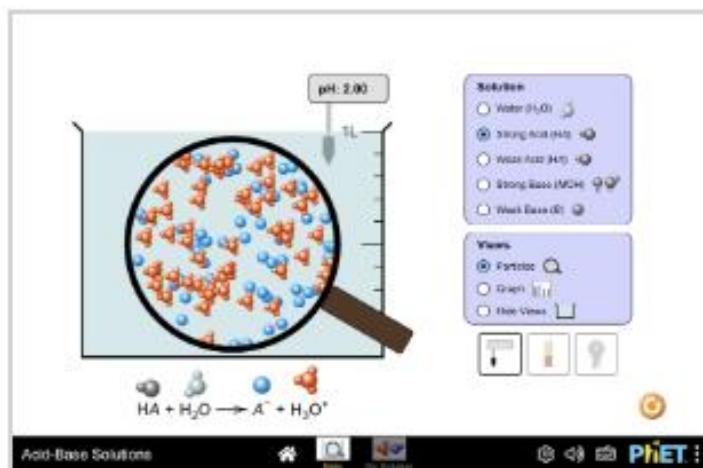
SUGGESTION FOR INTEGRATING THE TEACHING RESOURCE "PHET INTERACTIVE SIMULATION - ACID-BASE SOLUTIONS"

SUGERENCIA PARA INTEGRAR EL RECURSO DIDÁCTICO "SIMULACIÓN INTERACTIVA PHET – SOLUCIONES ÁCIDO.BASE"

**Marta Vilela<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Agrupamento de Escolas Poeta António Aleixo, Portimão, Portugal

<sup>2</sup>CIQUP, Institute of Molecular Sciences (IMS), Unidade de Ensino das Ciências, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Portugal  
mcvilela@aepaa.pt



**Figure 1** Soluções ácido-base. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu/en/simulations/acid-base-solutions>

## 1. ENQUADRAMENTO DO RECURSO DIDÁTICO

O recurso digital representado na figura 1 permite que os alunos explorem as propriedades de ácidos e bases usando representações de partículas (palavras e/ou imagens), gráficos, para identificar os componentes da solução, e ferramentas, como medidor de pH, papel de pH e medidor de condutividade. Selecionando a opção “Solução”, os alunos podem explorar as diferenças entre soluções ácidas ou básicas fortes *versus* fracas e soluções concentradas *versus* diluídas.

Este recurso foi utilizado com 12 alunos do 11.º ano, na disciplina de Física e Química do curso profissional “Técnico de Gestão de Equipamentos Informáticos” no módulo Q4 – Equilíbrio ácido-base. Foram, assim, trabalhadas as seguintes aprendizagens essenciais: (DGE, 2020, p. 43)

- Interpretar, com base numa equação química, a autoionização da água e o conceito de pH.
- Avaliar criticamente as relações entre a constante de acidez e a constante de basicidade, discutindo a força relativa de ácidos e de bases.
- Utilizar indicadores ácido-base e aparelhos equipados com sensores de pH em problemas que envolvam reações ácido-base.

A exploração do recurso por parte dos alunos, teve como suporte um roteiro disponibilizado pela professora, no qual foram propostos, diferentes desafios. A exploração do roteiro, foi precedido de duas atividades práticas: uma demonstração realizada pela professora utilizando indicadores colorimétricos, medidor de pH e sensor de pH em três amostras do laboratório da escola e outra em que os alunos extraíram o pigmento colorido da couve-roxa e verificaram a sua mudança de cor na presença de substâncias ácidas e básicas utilizadas em suas casas. Estas atividades permitiram dar um primeiro exemplo de compostos reais (por exemplo, HCl, CH<sub>3</sub>COOH e NaOH) para, posteriormente, introduzir a representação genérica antes de os alunos interagirem com a simulação.

A utilização desta simulação interativa no processo de ensino-aprendizagem, permitiu clarificar algumas perceções que os alunos têm em relação a estes conceitos, uma vez que, muitos alunos, confundem força ácido/base com a concentração da solução aquosa, pensam que o pH mede a força de um ácido ou base e não estão cientes de que a concentração inicial de um ácido ou base pode ser diferente da concentração de equilíbrio.

## 2. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA EDUCATIVA DE INTEGRAÇÃO DO RECURSO

Esta atividade desenrolou-se numa aula de 50 minutos, numa sala de informática com um ou dois alunos por computador. Como este grupo de alunos já tinha utilizado a ferramenta de aprendizagem PhET “Escala de pH”, não foi necessário muito tempo para os alunos se familiarizarem com o novo recurso e os alunos que mais rapidamente descobriram a maioria dos controlos da simulação foram compartilhando as ideias com os outros. Mesmo no caso de um aluno por computador, houve discussão de ideias e colaboração com os colegas e, sempre que necessário e oportuno, houve discussão em grande grupo.

Os alunos foram respondendo às questões do roteiro de exploração da simulação e às questões colocadas oralmente pela professora enquanto circulava pela sala, interagindo com os alunos.

Os alunos demonstraram empenho na concretização da atividade, estavam motivados e sentiram-se realizados. Conseguiram cumprir com os objetivos propostos e responderam de forma correta às questões colocadas no roteiro.

### 3. BALANÇO E SUGESTÕES

A utilização deste recurso didático permitiu criar uma aula centrada no aluno, incentivar uma participação mais ativa na aprendizagem e na colaboração entre pares, avaliar a aprendizagem dos alunos, fornecer feedback e desenvolver competências das Aprendizagens Essenciais e do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Para os alunos, permitiu a compreensão de conceitos, a formulação de perguntas e fazer previsões, (prever o pH de diferentes soluções) testar ideias, refletir sobre a sua própria compreensão (através discussão com os colegas e com a professora), identificar relações causa-efeito, fazer observações, relacionar múltiplas representações e comunicar.

A simulação pode ser instalada diretamente nos computadores dos alunos. Permite ainda a utilização em diferentes idiomas, no caso da turma em questão dois alunos estrangeiros que não dominam o português, selecionarem a sua língua materna (Ucraniano), realizando com sucesso o roteiro estabelecido.

Esta simulação também pode ser explorada por alunos de Física e Química A do 11.º ano, no domínio “Reações em sistemas aquosos”, no subdomínio “Reações ácido-base”, e no 12.º ano de Química, no domínio “Metais e ligas metálicas”, no subdomínio “Metais, ambiente e Vida”, e como revisões dos tópicos ácido-base do 11.º ano, para introdução do tópico “Os ácidos, as bases e os sistemas-tampão”. No caso da atividade ser utilizada como consolidação das aprendizagens ou recuperação das aprendizagens, pode ser sugerida como trabalho de casa e/ou como um instrumento de avaliação formativa, devendo o roteiro de exploração da simulação ser adaptado ao nível de ensino e aos objetivos de ensino.

O Projeto PhET tem disponível um banco de recursos educativos digitais e um guia para o professor, dicas para professores, com as orientações de exploração da simulação acompanhadas de imagens, que pode ser obtido na versão portuguesa gratuitamente, mediante um registo. Este material pode ser usado tal como é proposto ou adaptado pelos professores para melhor se adequar à turma e aos objetivos de ensino e de aprendizagem previstos em cada momento.

### REFERÊNCIAS

- DGE, Direção Geral de Educação (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência.
- DGE, Direção Geral de Educação (2020). Aprendizagens Essenciais de Física e Química, Cursos Profissionais. Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência.
- Lima, R. A., Sá, R. A., & de Vasconcelos, F. C. G. C. (2019). O uso de simulações PhET no ensino dos conceitos de ácido e base.

- Physics Education Technology Project (PhET) simulation (2023). Solução ácido-base  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions\\_pt.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_pt.html)
- Physics Education Technology Project (PhET) simulation (2023). Dicas para Professores  
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/acid-base-solutions/teaching-resources>
- Rahmawati, Y., Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). Students' Conceptual Understanding in Chemistry Learning Using PhET Interactive Simulations. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303-326.
- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the use of PhEt simulations on students' attitudes and learning in general chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247.



*Section 4: Books and more: critical reviews and suggestions for integrating teaching resources*  
*Secção 4: Livros e companhia: resenhas críticas e sugestões de integração de recursos didáticos*

**TRANSICIÓN DEL CÁLCULO HASTA 20 CON EL REKENREK AL CÁLCULO HASTA 100  
CON EL COLLAR DE 100 BOLAS**

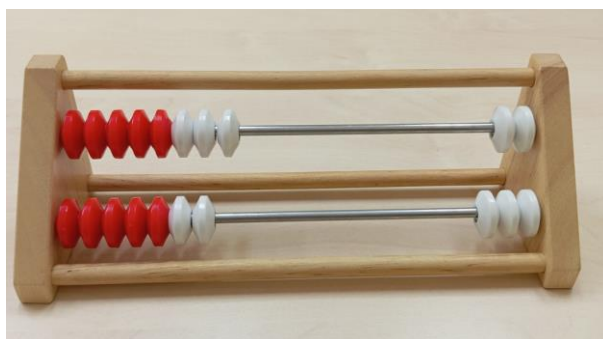
TRANSIÇÃO DO CÁLCULO ATÉ 20 COM O REKENREK PARA O CÁLCULO ATÉ 100 COM O COLAR  
DE 100 BOLAS

TRANSITION FROM CALCULATION UP TO 20 WITH THE REKENREK TO CALCULATION UP TO 100  
WITH THE 100 BALLS

**Mónica Ramírez-García<sup>1</sup>, Nuria Joglar-Prieto<sup>2</sup> & Miriam Méndez-Coca<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro Universitario La Salle, España

<sup>2</sup>Universidad Complutense de Madrid, España  
mramirez@lasallecampus.es



**Figura 1** Rekenrek de 20 bolas y collar de hasta 100 bolas.

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL RECURSO DIDÁCTICO

El *rekenrek* o rejilla aritmética fue creado por Treffers (2001) como recurso para el aprendizaje del número y cálculo en los primeros cursos escolares. El modelo clásico está formado por dos varillas con 10 bolas en cada una de ellas, 5 son rojas y 5 blancas. El material permite representar cantidades de hasta 20, apoyándose en grupos de 5 y grupos de 10, cantidades relevantes en el aprendizaje del número en las primeras edades, ya que se corresponden con el número de dedos que tenemos en las manos.

Las trayectorias de enseñanza-aprendizaje del número indican que el conteo no es el único procedimiento para resolver situaciones numéricas, ya que la *subitización* ha tomado un papel relevante en la comprensión del número en las primeras edades (Clements y Sarama, 2009). Esta capacidad permite identificar y representar cantidades sin contar. Para representar cantidades en el *rekenrek*, se parte de que todas las bolas están colocadas hacia la derecha y la cantidad que se desea representar se mueve hacia la izquierda. En este sentido, la estructura del *rekenrek* permite reconocer grupos de 5 y 10, o cercanos a estas cantidades sin contar. Por ejemplo, se puede representar el 7 considerando 5 bolas rojas y dos blancas en una varilla sin contarlas de una en una con un solo movimiento, o 5 bolas arriba y dos abajo.

Cuando se pasa a trabajar en el aula el cálculo hasta 100 se utilizan materiales como los bloques de base 10, que muestra el agrupamiento múltiple; los ábacos, que muestra el valor posicional; y la recta numérica, como modelo lineal, de orden. El *rekenrek* aumentado en 10 varillas con 10 bolas en cada una no refleja propiedades importantes del sistema de numeración decimal. Cada bola vale una unidad simple, su uso no muestra la propiedad del valor posicional del sistema de numeración como suele ocurrir en los ábacos. Un posible paso intermedio para el aprendizaje del número y el cálculo entre el *rekenrek* y la recta numérica, puede ser el collar de bolas como discreto del modelo lineal.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA DE INTEGRACIÓN DEL RECURSO

Describimos a grandes rasgos la evolución de tareas que se pueden realizar para trabajar la transición del cálculo hasta 20 con el *rekenrek* al cálculo hasta 100 utilizando la recta numérica.

- (1) Actividades con el *rekenrek* clásico: Formar cantidades hasta 5, hasta 10, hasta 20 con el *rekenrek* de 20 bolas. El objetivo es representar cantidades sin contar apoyándonos en la configuración de las cantidades del material y utilizando la *subitización*. Blanke (2008) describe distintas tareas con el objetivo de comprender el número y el cálculo hasta 20.
- (2) Actividades de representación y cálculo con un collar de bolas hasta 20 o 30 bolas cambiando de color cada 5 bolas. El collar de bolas supone empezar colocando las dos varillas del *rekenrek* alineadas y representar cantidades contando de 5 en 5 o de 10 en 10 a lo largo del collar. En la *Figura 2* se puede observar un collar de 35 bolas. Para representar una cantidad, por ejemplo 18, no es necesario contar de una en una, 18 bolas, basta saltar 3 grupos de 5 y considerar 3 bolas más. De esta manera, se trabajan descomposiciones del 18 como  $10+8$ ,  $5+5+8$ ,  $5+5+5+3$ ,  $10+5+3$ . También se puede operar, por ejemplo  $34 - 17$ : identificamos primero el 34 saltando 3 veces 2 grupos de 5, con lo que llegamos al 30 y luego consideramos 4 bolas (que es una menos que el siguiente grupo de 4). Para quitar 17 bolas, podemos quitar

primero 4 bolas, lo que supone considerar 6 grupos de 5, 30, luego podemos dar un salto de 10 bolas hacia atrás (2 grupos de 5), tenemos 20, y por último quitar 3 bolas más. Así que darán 3 grupos 5 y 2 bolas, 17.



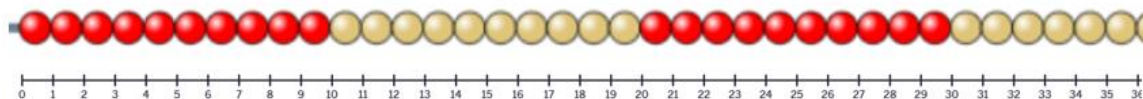
**Figura 2** Collar de 35 bolas, cambiando color cada 5.

- (3) Construcción del collar de bolas hasta 50, o incluso hasta 100 bolas cambiando de color cada 10 bolas (*Figura 3*). Este paso se puede realizar para remarcar más los grupos de 10 y se utiliza de igual manera que el anterior. Quizás la identificación de cantidades entre 5 y 10 bolas del mismo color, no siempre se pueda *subitizar*. En caso de que los estudiantes muestren dificultades en este aspecto, se puede continuar con el collar de la *Figura 2*.



**Figura 3** Collar de 50 bolas, cambiando color cada 10.

- (4) Trabajo en paralelo con el collar de hasta 100 bolas y la recta numérica. En la figura 4 se puede observar como colocar las bolas del collar en correspondencia uno a uno con los numerales de la recta numérica. Identificar la cantidad de 12, supone ver su posición en la recta numérica y también ver su equivalencia en cantidad de bolas del collar. Si sumamos 15, supone dar un salto de 10 bolas en el collar, así llegamos al 22, y contar 5 bolas más, 27.



**Figura 4** Collar de bolas y recta numérica en paralelo.

Los saltos a lo largo del collar, de las cantidades concretas, nos permiten relacionarlos con los saltos que posteriormente haremos en la recta numérica, dejando ya el material concreto.

### 3. EVALUACIÓN Y SUGERENCIAS

El alumnado debe tender a identificar las cantidades sin contar las bolas de uno a uno. Es importante que construyan una representación mental de las cantidades y que, al pensar en una cantidad cualquiera, se evoque su representación en el *rekenrek* o collar utilizando grupos de 5 y 10. Esto facilitará la agilidad y fluidez de cálculo, de descomposición y composición numérica. Por esta

razón, debe animarse desde el principio al alumnado a desplazar de un solo movimiento las cantidades que deben representar, sin contarlas de uno en uno las unidades que las forman.

El profesorado puede conocer el razonamiento del alumnado sobre sus estrategias numéricas para formar y descomponer cantidades si plantea un ambiente de debate en pequeños grupos. Utilizando sesiones de *Number talks* (Parrish, 2022) se puede conseguir desarrollar procesos como la comunicación y la argumentación. En estas sesiones, el educador plantea tareas y los estudiantes colaboran en exponer y comparar distintas estrategias de resolución. Al representar la misma idea matemáticas en distintos registros de representación como el oral, el manipulativo y el simbólico, se promueve la flexibilidad representacional.

## AGRADECIMIENTOS

Estas tareas se utilizan en los seminarios de matemáticas de Nuevo Contexto de Aprendizaje (NCA) implementado en los Centros Educativos La Salle del Distrito Arlep (España y Portugal).

## REFERENCIAS

- Blanke, B. (2008). *Using the rekenrek as a visual model for strategic reasoning in mathematics*. Salem, OR: The Math Learning Center.
- Clements, D.H. y Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge.
- Parrish, S. (2022). *Number talks: Whole number computation*. Heinemann.
- Treffers, A. y Buys, K. (2001). Part I-Lower Grades Primary School. En M. Van den Heuvel Panhuizen, (Ed.), *Children Learn Mathematics: A learning-teaching trajectory with intermediate attainment targets for calculation with whole numbers in primary school* (pp. 25-92). Utrecht University.

*Section 4: Books and more: critical reviews and suggestions for integrating teaching resources*  
*Secção 4: Livros e companhia: resenhas críticas e sugestões de integração de recursos didáticos*

*PERCEPCIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL ESPACIO EN EDUCACIÓN INFANTIL: EL  
ATELIER TOPOLOGIE 2*

PERCEPÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO ESPAÇO NA EDUCAÇÃO DE INFÂNCIA: ATELIER TOPOLOGIA 2

PERCEPTION AND REPRESENTATION OF SPACE IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION: THE ATELIER  
TOPOLOGIE 2

**Alison F. Encalada, Andrea Forero, Vanessa E. Guerrero, Felisa López, Andrés Martínez, Elia Pérez, Alba Sánchez, Laura Suárez, Mónica Ramírez, Juan Fraile & Nuria Joglar-Prieto**  
Universidad Complutense de Madrid, España  
njoglar@ucm.es



**Figura 1** Atelier topologie 2<sup>1</sup> (Nathan). Figura de elaboración propia.

<sup>1</sup> <https://materiel-educatif.nathan.fr/dme/jeux-educatifs-materiel-d-apprentissage/mathematiques/atelier-topologie-1-pour-2-enfants.html>

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL RECURSO DIDÁTICO

El *Atelier Topologie 2* consiste en una serie de figuras de madera barnizada de colores que representan ciertos objetos que podemos encontrar en una granja. Entre ellos podemos observar animales como perros, caballos, vacas, ovejas o gallinas; personas, árboles y elementos como vallas y bloques de madera para construir graneros. Además, cuenta con ocho tapetes verdes plastificados para realizar las construcciones con las piezas sobre ellos y con 4 soportes de plástico transparente para sujetar las tarjetas (Figura 1). Cabe destacar que las figuras que representan árboles, animales y personas, son figuras “planas”, en el sentido de que prevalecen dos dimensiones, no capturan el volumen redondeado de los objetos que representan. Por último, nos encontramos con 24 tarjetas que recogen imágenes de construcciones realizadas con el material, numeradas de menor a mayor dificultad en función de las nociones espaciales que trabajan, y de la cantidad y variedad de elementos que tienen.

El potencial de este material para representar contenidos y procesos matemáticos es muy elevado, ya que con él se pueden comprender muchas relaciones geométricas topológicas, proyectivas y métricas, incluidas también transformaciones del espacio como las simetrías o las traslaciones y los giros. El material permite especialmente las conversiones entre los registros de representación manipulativo, pictórico y verbal oral. Es adecuado para trabajar con el alumnado de Educación Infantil (3 – 5 años) y de primeros cursos de Educación Primaria (6 – 8 años).

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA DE INTEGRACIÓN DEL RECURSO

Describimos a continuación tres actividades diferentes que se pueden realizar con este material. Los objetivos de aprendizaje matemático de las actividades son los siguientes:

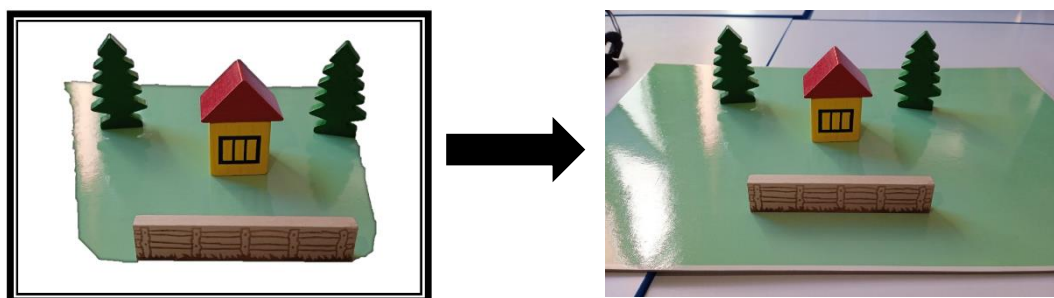
- (1) Discriminación perceptiva (nivel perceptivo-motor) de las relaciones topológicas: abierto - cerrado, junto a, al lado de, entre, dentro - fuera, interior - exterior, conexión...; proyectivas: recto - curvo, paralelo; y métricas: cerca - lejos, grande - pequeño, perpendicular, arriba - abajo, delante - detrás, vertical - horizontal.
- (2) Construcción intuitiva mediante la utilización de tres registros de representación diferentes: pictórico, manipulativo y verbal oral, en español en nuestro caso (Lesh et al., 1987) y de las conversiones entre ellos (Duval, 2006), de las relaciones citadas anteriormente.
- (3) Utilización de objetos como sistema de referencia espacial.
- (4) Utilización de las nociones espaciales básicas para explicar la ubicación de algún objeto.

*Actividad 1:* En la primera actividad, el niño debe observar una representación creada previamente por el profesor con las piezas sobre el tapete verde (véase Figura 2) y decir cuál de las 3 tarjetas propuestas es su correspondiente. En este caso el niño realiza una conversión de una representación en el registro manipulativo a una representación de la misma situación en el registro pictórico (o icónico-gráfico). En esta actividad, se busca que el alumnado sea capaz de codificar una escena dada en un ámbito tridimensional (con la maqueta de la granja) mediante una imagen bidimensional. Para ello, han de establecer aplicaciones biyectivas entre diferentes colecciones: objetos presentes en la maqueta y objetos presentes en la imagen. Además, tienen que conservar la cantidad, el tipo, el orden y la posición de los elementos de la colección en las diferentes representaciones.



**Figura 2** Propuesta concreta Actividad 1 para Educación Infantil. Figura de elaboración propia.

*Actividad 2:* En la segunda actividad el niño debe recrear la imagen de una tarjeta, con el material disponible, en un tapete verde, de manera que la imagen y la maqueta que él/ella construye sean exactamente iguales (véase Figura 3). En esta actividad el niño lleva a cabo una conversión del registro pictórico al manipulativo. Entonces, el foco se encuentra en conseguir que los niños y las niñas decodifiquen las referencias espaciales que aparecen en la imagen bidimensional para construir la maqueta con las piezas tridimensionales.



**Figura 3** Propuesta concreta Actividad 2 para Educación Infantil. Figura de elaboración propia.

*Actividad 3:* En esta última actividad, la profesora elige una tarjeta que representa una disposición concreta de los elementos de la granja, y describe verbalmente de forma oral la escena para que el alumno construya con las piezas la disposición de los elementos de la granja (figura 4) de la imagen elegida. El alumno no puede ver la tarjeta, solamente al final para comprobar si lo ha hecho bien. En esta última actividad la profesora realiza una conversión del registro pictórico al verbal oral en castellano, y el alumno participante realiza la conversión del registro oral al manipulativo. Si los alumnos tienen 5 años, el rol de la maestra lo podría realizar un alumno (situación de formulación).





*Hay dos árboles y una casa. La casa tiene dos ventanas, una encima de la otra. Los árboles están uno a cada lado de la casa y las hojas son redondeadas.*



**Figura 4** Propuesta concreta Actividad 3 para Educación Infantil. Figura de elaboración propia.

### 3. EVALUACIÓN Y SUGERENCIAS

Los propios alumnos pueden comprobar sus respuestas cuando se realiza la conversión de lo manipulativo a lo pictórico, o de lo pictórico a lo manipulativo ya que tienen la imagen creada para fijarse. Sin embargo, en la conversión de lo oral a lo manipulativo o pictórico no hay proceso de validación debido a que los alumnos no pueden comparar la frase descrita con la representación manipulativa o pictórica. Por otra parte, este material presenta algunas limitaciones. Destacamos las siguientes: las piezas son confusas debido a su tamaño, forma y color. Sobre la forma, observamos que son tridimensionales, pero priorizan una representación plana de los objetos como árboles, personas y animales. Así, por ejemplo, vistos desde arriba se pueden confundir los animales y solo diferenciarlos por el color. Sobre el color, destaca que los colores utilizados no coinciden con los colores reales de los objetos representados, con lo que los niños no podrían usar el color para ayudarse a hacer las aplicaciones biyectivas.

Algunas sugerencias propuestas por maestras de Educación Infantil con experiencia docente amplia, para llevar al aula estas actividades, serían las siguientes:

- (1) Antes de introducir este material, las maestras ya trabajan vivencialmente en situaciones cotidianas del aula muchas de las relaciones geométricas descritas. Por ejemplo, cuando un niño se va a colocar en una fila, le dicen: “colócate detrás de María”, o “colócate entre María y Juan”. Es muy importante hacer este trabajo previo vivencial.
- (2) Cuando se va a usar por primera vez el material, se recomienda presentarlo en gran grupo y dejar que exploren libremente las piezas, les den nombre... Una vez que el alumnado conoce y sabe nombrar las piezas del material, se llevaría a un rincón del aula donde se podrían hacer las tres actividades descritas individualmente o por parejas.
- (3) Usar materiales del aula, que sean más fácilmente reconocibles, figuras con volumen más perceptible. Una aportación de las maestras es la siguiente:



**Figura 5** Propuesta de material alternativo para Educación Infantil (elaborado por las maestras).

- (4) Para el alumnado más pequeño, o con dificultades de aprendizaje: No cambiar de registro de representación. Poner el foco inicialmente en los elementos, y luego ya en sus posiciones (progresivamente), usando materiales manipulables familiares, el mobiliario del aula, elementos del patio del recreo o sus propios cuerpos.

## AGRADECIMIENTOS

Liliana Lorenzo, Mercedes Balsa, Mariana Hernández y Laura García (maestras de Educación Infantil, CPEIP San Isidro, Aranjuez, Madrid, España); Esther Arias, Marta García y Beatriz del Álamo (maestras de Educación Infantil, CPEIP Carlos III, Aranjuez, Madrid, España); Lara Gómez (estudiante UCM en prácticas CPEIP Carlos III, Aranjuez, Madrid, España).

## REFERENCIAS

- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9 (1), p. 143-168.
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). *Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving*. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 33–40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

**Section 4:** Books and more: critical reviews and suggestions for integrating teaching resources  
**Secção 4:** Livros e companhia: resenhas críticas e sugestões de integração de recursos didáticos

**RESEÑA CRÍTICA DE “APORTACIONES AL DESARROLLO DEL CURRÍCULO DESDE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA” (2022) DE LORENZO J. BLANCO NIETO, NURIA CLIMENT RODRÍGUEZ, MARÍA TERESA GONZÁLEZ ASTUDILLO, ANTONIO MORENO VERDEJO, GLORIA SÁNCHEZ-MATAMOROS GARCÍA, CARLOS DE CASTRO HERNÁNDEZ Y CLARA JIMÉNEZ GESTAL**

RECENSÃO CRÍTICA DE “CONTRIBUTOS DA INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PARA O DESENVOLVIMENTO CURRICULAR” (2022) DE LORENZO J. BLANCO NIETO, NURIA CLIMENT RODRÍGUEZ, MARÍA TERESA GONZÁLEZ ASTUDILLO, ANTONIO MORENO VERDEJO, GLORIA SÁNCHEZ-MATAMOROS GARCÍA, CARLOS DE CASTRO HERNÁNDEZ E CLARA JIMÉNEZ GESTAL

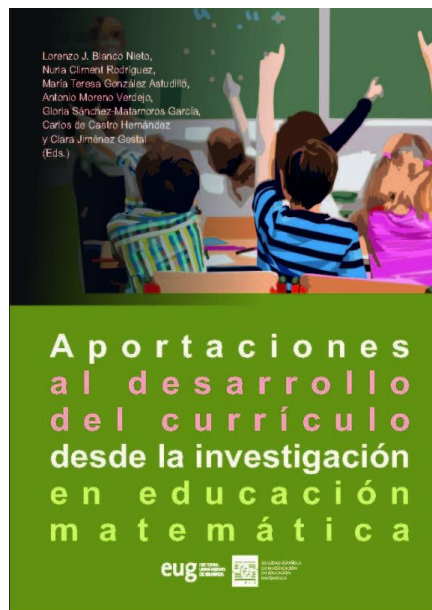
CRITICAL REVIEW OF “CONTRIBUTIONS TO CURRICULUM DEVELOPMENT FROM RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION” (2022) BY LORENZO J. BLANCO NIETO, NURIA CLIMENT RODRÍGUEZ, MARÍA TERESA GONZÁLEZ ASTUDILLO, ANTONIO MORENO VERDEJO, GLORIA SÁNCHEZ-MATAMOROS GARCÍA, CARLOS DE CASTRO HERNÁNDEZ AND CLARA JIMÉNEZ GESTAL

**Mónica Ramírez-García<sup>1</sup> & Nuria Joglar-Prieto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro Universitario La Salle, España

<sup>2</sup>Universidad Complutense de Madrid, España

mramirez@lasallegcampus.es



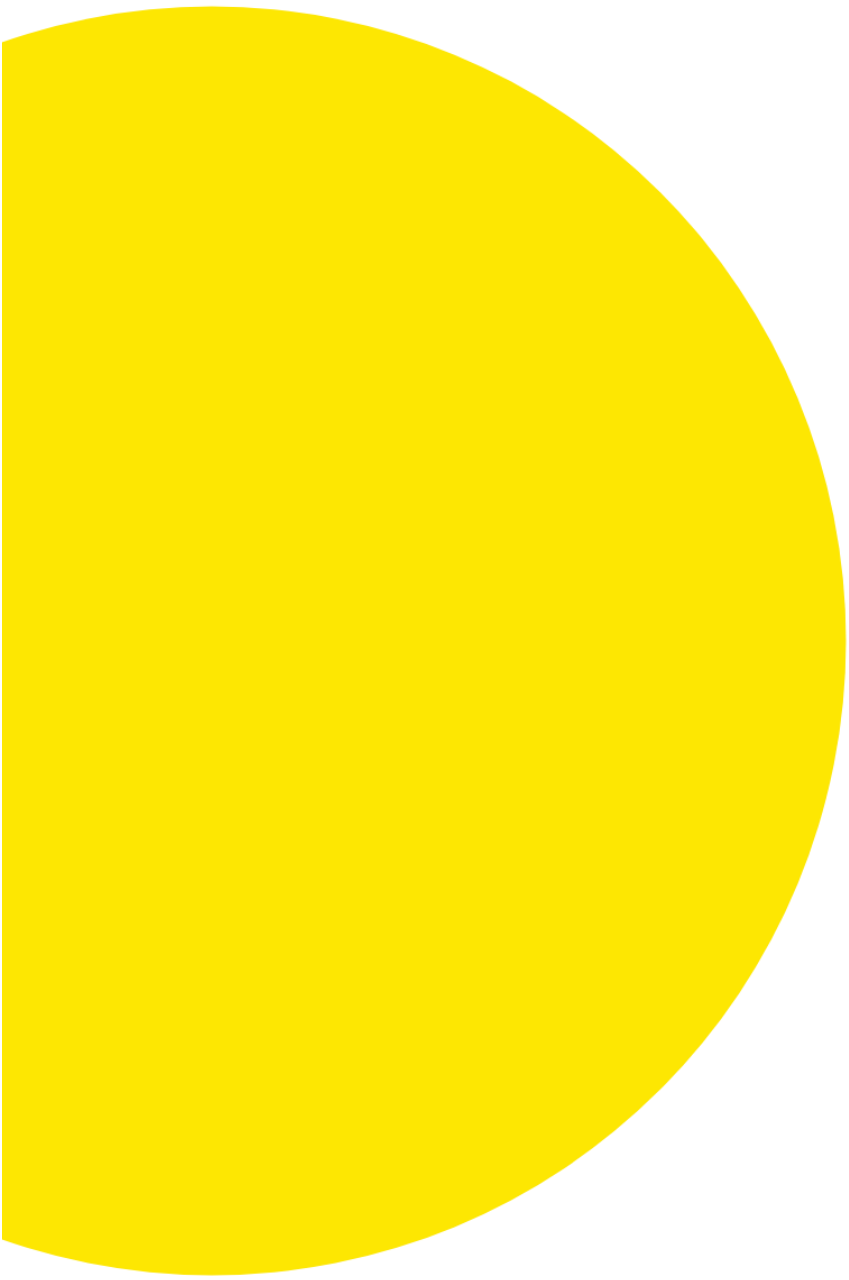
**Figura 1** Portada del libro Aportaciones al desarrollo del currículo desde la investigación en educación matemática

Este libro, editado desde la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática ([www.seiem.es](http://www.seiem.es)) y publicado por la Universidad de Granada, ha sido realizado con la colaboración de docentes e investigadores en didáctica de las matemáticas de 23 universidades de toda España. Su objetivo principal es formar y ayudar al profesorado de matemáticas de todos los niveles educativos a implementar los nuevos currículos españoles proponiendo actividades concretas para llevar al aula teniendo en cuenta aspectos cognitivos, epistemológicos, afectivos y transversales, y fundamentadas en la investigación y en la reflexión sobre la práctica del aula.

Inicia con una introducción titulada *La SEIEM ante los retos de la educación matemática en todos los niveles educativos* y consta de cuatro partes más: Parte I *El Currículum de Matemáticas*; Parte II *Las matemáticas en los niveles escolares*; Parte III *Cuestiones transversales en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*; y Parte IV *Formación y desarrollo profesional del profesorado de matemáticas*. En este trabajo se ofrece una mirada a los problemas históricos de la educación matemática y a la implementación de los currículos que incita a la reflexión sobre qué matemáticas hay que enseñar en el siglo XXI y por qué. Se describen los sentidos numérico, espacial, de la medida, estocástico y algebraico, analizando propuestas específicas sobre su desarrollo y evaluación en todos los niveles educativos. Se destacan prácticas matemáticas transversales a los procesos de enseñanza y aprendizaje como son el discurso matemático en el aula, la resolución de problemas, la modelización matemática, los entornos tecnológicos y los recursos didácticos, incluyendo una propuesta de situaciones de aprendizaje que las incorporan en el trabajo del aula. Además, se identifican competencias profesionales desde la práctica en el aula de matemáticas y desde la necesidad de coordinar la investigación y la práctica, de una forma institucional, para mejorar la educación matemática a través de la formación del profesorado, de un óptimo diseño de los currículos y de la implementación de los mismos.

## REFERENCIAS

Blanco, L. J., Climent, N., González, M. T., Moreno, A., Sánchez-matamoros, G., de Castro, C. y Jiménez, C. (Eds.) (2022). *Aportaciones al desarrollo del currículo desde la investigación en educación matemática*. Universidad de Granada. <https://editorial.ugr.es/media/ugr/files/sample-139289.pdf>



**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.

**OS PROFESSORES PRECISAM DE TRAZER PARA A SALA DE AULA PROBLEMAS  
DESAFIADORES - ENTREVISTA COM JORGE TEIXEIRA**

TEACHERS NEED TO BRING CHALLENGING PROBLEMS INTO THE CLASSROOM - INTERVIEW WITH  
JORGE TEIXEIRA

LOS PROFESORES DEBEN PLANTEAR PROBLEMAS DESAFIANTES EN CLASE - ENTREVISTA CON  
JORGE TEIXEIRA

**Jorge Teixeira<sup>1</sup> & J. Bernardino Lopes<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Escola Secundária Dr. Júlio Martins. Portugal  
jjsteixeira@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

<sup>3</sup>Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores – CIDTFF, Portugal  
blopes@utad.pt

## 1. BREVE BIOGRAFIA DE JORGE TEIXEIRA

José Jorge da Silva Teixeira é professor de Física e Química da Escola Secundária Dr. Júlio Martins, em Chaves, Portugal. É licenciado em Engenharia Física pela Universidade de Coimbra (1993) e em Física Ramo Educacional pela mesma Universidade (1997). Concluiu em 1998 a Pós-Graduação em Física (Área de Especialização em Ensino) e o Mestrado em 2000 também em Física (Área de Especialização em Ensino), ambos na Universidade do Minho. O seu CV completo pode ser visto em <https://abrir.link/xTPQv>. Os principais prémios que obteve são:

- Global Teacher Prize Portugal (2018);
- Finalista do Global Teacher Prize (2019), concurso mundial;
- Vencedor, em 2020, da terceira edição do Global Teacher Award 2020;
- Prémio Rómulo de Carvalho (2022), prémio de carreira.

## 2. OS PRÉMIOS...

**És um professor com uma carreira reconhecida, premiado nacional e internacionalmente. Além disso, tens uma presença frequente nos media. Fala-me dos principais prémios nacionais e internacionais que recebeste, pois é bom que o público da nossa revista te conheça melhor e valorize o teu trabalho. O que representam para ti? Em que medida impulsionaram o teu trabalho?**

**Jorge Teixeira.** O mais importante do meu trabalho como professor não são os prémios. É evidente que estes têm alguma importância, pois representam o reconhecimento dos pares e da sociedade civil. O prémio que impulsionou todo este reconhecimento, apesar de ter sido há



alguns anos, foi o Global Teacher Prize Portugal, em 2018, seguido da minha nomeação como finalista do Global Teacher Prize internacional, em 2019. Em 2020, surgiu a pandemia, proporcionando-me uma oportunidade para testar novas metodologias e ideias que já tinha em mente e surgiu o prémio Global Teacher Award 2020, que foi reconhecido pela Assembleia da República com um Voto de Congratulação, por unanimidade. Em 2022, fui agraciado com o Prémio Rómulo de Carvalho, da Sociedade Portuguesa de Física, um prémio de carreira pelo qual agradeço o apoio da UTAD na preparação da candidatura. Para além destes prémios mais reconhecidos, recebi pequenos prémios que foram especiais por envolverem o trabalho com alunos e colegas. Destaco, entre estes, o prémio atribuído ao melhor póster no VPCT2022 (A Voz dos Professores de Ciências e Tecnologia – Encontro Internacional), onde desenvolvemos, no ensino remoto, a adição e subtração de cores usando um rolo de papel higiénico. Estes prémios acabaram por incentivar a criação de novos projetos, sem os quais não conseguiria levar a bom termo.

**De facto, tem sido uma sucessão de prémios desde 2018. O que mudou no teu dia-a-dia profissional?**

*Jorge Teixeira.* Acabou por originar alguma mudança, pois permitiu estabelecer parcerias com empresas e com o município. Os recursos financeiros provenientes do prémio, aliados às parcerias, viabilizaram a criação do Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM). O CRALM tem como principal objetivo disponibilizar materiais e kits relacionados com STEM às escolas da região, bem como promover o desenvolvimento de projetos. A maioria dos kits foi construída pelos alunos do Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC), sendo acrescentados novos materiais anualmente. Apesar das dimensões reduzidas da sala, esta está estrategicamente localizada no corredor dos laboratórios da escola sede do agrupamento. O CRALM dispõe de uma vasta gama de materiais de diversas áreas, como astronomia, física, robótica, informática, display interativo, sensores, calculadoras gráficas, entre outros, que os professores podem requisitar para implementar projetos. Este suporte tem-me permitido desenvolver metodologias ativas e novas abordagens de resolução de problemas. Reduzi também a quantidade de momentos dedicados à mera transmissão de conhecimentos, tornando as atividades laboratoriais/experimentais mais atrativas para os alunos. Assim, o meu quotidiano profissional foca-se em proporcionar uma sólida formação de base aos alunos, estabelecendo ligações entre várias áreas do conhecimento e desafiando-os a pensar e resolver problemas com impacto local, nacional ou internacional. Em termos logísticos, estes prémios acabaram por beneficiar significativamente as atividades de aprendizagem. Por exemplo, antes da criação do CRALM, não dispunha de material para concretizar alguns projetos propostos pelos alunos e apenas tinha um kit por turma; atualmente, consigo disponibilizar um kit por cada 2 alunos ou até mesmo individualmente, em alguns casos.

**Acabaste por ter condições para os alunos trabalharem de forma mais efetiva com o material e o equipamento...**

*Jorge Teixeira.* Sim, os prémios permitiram que os alunos utilizassem o equipamento de forma mais eficaz e, além disso, algumas empresas contribuíram com equipamento, nomeadamente a Casio Europa. Submeti um projeto à Casio Europa, relacionado com calculadoras gráficas e sensores, e em apenas dois dias recebi uma resposta positiva sobre o financiamento do projeto. A Câmara Municipal de Chaves também cedeu diversos materiais, incluindo computadores, sendo estes últimos bastante requisitados durante a pandemia. No

CRALM, as necessidades de material e equipamento são antecipadamente planeadas, permitindo que os recursos estejam disponíveis quando são necessários, graças à dinâmica de trabalho estabelecida.

### **3. CRIANDO FORMAS NOVAS DE ENSINAR CIÊNCIAS NO “CLUBE DO ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS”**

**No seguimento do que estavas a dizer o “Clube do Ensino Experimental das Ciências” é aquela estrutura que criaste há umas dezenas de anos, que transitou de uma escola para outra e tem sido a base do teu trabalho. Explica-nos onde e como funciona, como é que os alunos chegam ao clube, o que fazem, que propostas lhes fazes. Na tua perspetiva, qual é a mais-valia do trabalho que desenvolves com os alunos?**

*Jorge Teixeira.* A abordagem do clube é um pouco diferente da dos outros clubes. Normalmente, reúnem-se vários alunos e realizam uma série de experiências. O "Clube do Ensino Experimental das Ciências" não opera desta forma. O que faço habitualmente é envolver os alunos das minhas turmas, integrando o clube no ensino formal. Os alunos juntam-se ao clube no 10.º ano (geralmente trabalho com os 10º, 11º e 12º anos). Na primeira semana, participam cerca de metade a três quartos da turma. Os trabalhos começam com um debate de ideias, moderado pelo professor, sobre o que desejam fazer ou produzir. São informados que o clube é distinto do ensino formal, é facultativo e não é necessário trazer cadernos ou livros. É essencial trazer ideias, pensar e discutir entre todos o que se pretende desenvolver e alcançar. É um espaço de liberdade de ideias, motivação e reflexão sobre os problemas relacionados com a escola, a comunidade, o país e o mundo, promovendo o espírito crítico, a criatividade e o empreendedorismo. Existem aspetos centrais, como a obtenção de produtos finais e a aplicação de conhecimentos do ensino formal. Posso dar vários exemplos. O ano de 2017 foi marcado pelos grandes incêndios e pela seca. No ano letivo 2017/2018, foram desenvolvidos dois projetos inovadores: um sobre incêndios, transversal a todos os níveis e setores de ensino, e outro sobre um sistema de rega com base na humidade do ar. Este ano letivo, surgiu na região a vespa asiática. Assim, o grande projeto deste e do próximo ano letivo é sobre esse tema. Com o projeto da vespa asiática, além do CEEC, já envolvemos outros níveis e setores de ensino (pré-escolar, primeiro e segundo ciclos), e já desenvolvemos produtos inovadores, como armadilhas seletivas para as vespas, um sistema de limpeza automática para harpas elétricas que protegem os apiários e uma página web. Com este projeto, fomos selecionados para a final do 1.º Concurso de Inovação na Escola 2024, promovido pela Agência Nacional de Inovação e pela Ciência Viva. Os alunos articularam e aplicaram conhecimentos do currículo, realizaram análises e tratamento de dados e adquiriram novos conhecimentos sobre robótica. Todos os anos, os cenários de aprendizagem são diferentes, pois são escolhidos de acordo com os interesses dos alunos. Se algum aluno tem dificuldade e pede ajuda, forneço apoio individualizado para alcançar os objetivos propostos, garantindo que ninguém fica para trás. Isso cria uma dinâmica que estimula a participação. À sexta-feira, os alunos não têm aulas, mas todos os alunos das minhas turmas vão à escola para participarem nas atividades do Clube. Em determinados anos letivos, como este, até desenvolvemos projetos durante as interrupções letivas. O clube baseia-se num tripé de sustentação, que assenta na experimentação e debate de ideias, nos produtos finais e na comunicação dos resultados à comunidade e à comunicação social. A mais-valia desta metodologia é desenvolver ao máximo as capacidades dos alunos para participarem ativamente na vida pública (científica, política,

económica, social e cultural). A ciência não é o fim, mas o meio. O CEEC não é fechado. Os alunos são incentivados a trocar ideias com colegas e outros professores, e são desenvolvidas atividades que articulam vários níveis e setores de ensino.

### **Quantos alunos é que mobilizas, no total?**

**Jorge Teixeira.** Atualmente, estou a trabalhar semanalmente com 23 alunos, distribuídos por dois turnos. Durante os primeiros três meses, estes alunos desenvolvem competências básicas, sobretudo relacionadas com sensores, circuitos elétricos, tratamento de dados e comunicação. Dado que muitos projetos e investigações exigem competências nestas áreas, os alunos do clube colaboram e apoiam outros alunos e professores a desenvolver projetos e atividades onde sejam necessárias as competências referidas. Desta forma, podem ser envolvidos dezenas ou até centenas de alunos, dependendo dos projetos em questão. Por exemplo, no ano passado, os alunos realizaram uma visita de estudo às Grutas de Mira de Aire, onde recolheram várias amostras e utilizaram sensores para medir diversos parâmetros físico-químicos. Os dados obtidos foram posteriormente analisados por alunos de outros professores, resultando na elaboração de pósteres e na comparação dos resultados com os conceitos teóricos aprendidos no ensino formal.

### **Há alguma pré-seleção dos alunos para entrarem no clube?**

**Jorge Teixeira.** Não. Os meus alunos do ensino secundário são automaticamente inscritos no clube. O desenvolvimento das atividades/projetos é significativamente melhorado quando existe uma forte interação entre o professor e os alunos, e entre o que é feito no clube e nas aulas. Nesta dinâmica, não faz sentido ter apenas um professor dedicado ao Clube sem, pelo menos, um docente a articular as atividades com o ensino formal. Quando alunos de outros professores participam no clube, estes têm de comparecer, por vezes, para garantir a articulação. Alguns professores conseguem fazê-lo, enquanto outros enfrentam mais dificuldades. Mesmo no Clube Ciência Viva (onde sou coordenador), saliento à equipa de professores a importância de articular as atividades com o ensino formal. É crucial que os alunos se sintam à vontade e que vejam o professor como alguém que também está a investigar e a procurar as melhores soluções para os problemas. Na verdade, é isso que acontece nos projetos mais inovadores. Por exemplo, este ano, é necessário dedicar pelo menos 5 minutos de cada aula para tratar assuntos relacionados com o projeto da vespa asiática. É impossível realizar um trabalho de inovação sem um contacto frequente com os alunos. Este trabalho contínuo permite que os alunos descubram as suas capacidades e potencialidades. Por exemplo, descobrimos neste projeto que uma aluna com uma das classificações mais baixas em Física e Química no ensino formal tem uma grande capacidade de comunicação. Assim, foi promovida pelos colegas a CEO do projeto, o cargo de maior responsabilidade.

### **Qual é a relação entre o “Clube do Ensino Experimental das Ciências” e o Ciência Viva na escola?**

**Jorge Teixeira.** Em 2022, o agrupamento submeteu uma candidatura à Rede de Clubes Ciência Viva e decidiram que eu deveria assumir a coordenação desse clube. Desta forma, as atividades financiadas pela Ciência Viva e realizadas pelo CEEC são integradas no relatório semestral do Clube Ciência Viva. Este último conta com uma equipa de 15 professores de todos os níveis e setores de ensino, embora apenas alguns desenvolvam projetos com regularidade. Os

membros do CEEC e o Centro de Recursos apoiam e fornecem material para as atividades desses professores.

**O Clube Ciência Viva, abrange mais professores, mais alunos e do ponto de vista da atividade desenvolvida e equipamento mobilizado não é tão intensivo?**

*Jorge Teixeira.* Existe bastante material em circulação devido ao maior número de alunos e professores envolvidos. Em média, o nível de intensidade é menor e há menos inovação, pois nem todos os professores conseguem adotar a abordagem que utilizamos no CEEC. Muitos estão predominantemente focados no ensino formal. No entanto, há alguns elementos que conseguem surpreender-me ao desenvolver e apresentar trabalhos inovadores e fora da caixa.

**Sendo o que fazes tão bom para os alunos e para a escola, permitindo que os alunos aprendam profundamente ciências, na tua opinião, por que razão o trabalho que fazes é dificilmente generalizado para abranger mais gente?**

*Jorge Teixeira.* Uma coisa é a formação de clubes de ciências e outra são as metodologias adotadas. A Carta de Princípios dos Clubes Ciência Viva, de 2019, é muito semelhante aos princípios do CEEC, fundado em 2006. Destaco especialmente o estabelecimento de parcerias com instituições de caráter científico. A nossa primeira parceria foi estabelecida com o Departamento de Física da UTAD. Com financiamento, não parece ser difícil expandir os clubes. Atualmente, existem cerca de 900. No entanto, a verdadeira dificuldade reside na implementação de metodologias ativas, na promoção da inovação e no pensamento fora da caixa. Trabalhar em situações onde não temos respostas pré-definidas e onde é necessário investir tempo em investigação pode não ser confortável.

**E a organização das escolas facilita ou dificulta a apropriação da tua experiência?**

*Jorge Teixeira.* Não é do interesse das escolas dificultar estas experiências, até porque são importantes na avaliação externa. As escolas que realmente fazem a diferença tentam facilitar estas e outras experiências. O que ocorre muitas vezes é que as escolas não dispõem de crédito horário para atribuir aos professores, o que dificulta a alocação de horas na componente não letiva dos docentes. Por exemplo, nos Clubes Ciência Viva, as escolas têm a obrigação de atribuir apenas 3 horas ao coordenador, seja na componente não letiva ou letiva. Por conseguinte, muitos professores não se sentem obrigados nem motivados a participar voluntariamente nestes projetos. No que diz respeito à utilização das instalações, as escolas facilitam, mas há mais dificuldades na aquisição de materiais. Daí a importância de existir um Centro de Recursos e de estabelecer parcerias com empresas e a autarquia.

#### **4. PARTICIPAÇÃO NO VOO PARABÓLICO COM GRAVIDADE ZERO**

**Fala-nos da tua participação no voo parabólico com gravidade zero. Como foi a participação, tua e dos alunos? Que experiências realizaram com zero g e qual a logística necessária? Globalmente o que aprenderam que não pode ser visto ou escrito?**

*Jorge Teixeira.* O promotor do projeto Zero-G Portugal | Astronauta por um Dia é a Agência Espacial Portuguesa, que estabeleceu uma parceria com as Mentis Empreendedoras. Nesta colaboração, ficou acordada a participação de um professor, tendo sido eu convidado pelas Mentis Empreendedoras para integrar este projeto. A minha contribuição não se limitou à participação no voo, mas também incluiu o desenvolvimento de atividades com o objetivo de

despertar o interesse das gerações mais jovens pelo espaço, aproveitando ambientes de microgravidade em voos parabólicos. Os alunos que participaram no voo foram selecionados com base em várias provas e residiam em diferentes regiões do país. Um dos critérios importantes na seleção foi a capacidade de comunicação. Aprender a controlar o corpo em microgravidade e encontrar estratégias para não enjoar são situações que se aprendem com a experiência e não a ver vídeos ou a ler livros.

### **Deram-vos a liberdade de propor experiências?**

**Jorge Teixeira.** Deram-me a liberdade de propor e realizar três experiências durante o voo. No Clube, planeámos seis. No dia anterior ao voo, durante a reunião de preparação, a tripulação da empresa Novespace informou-me que não seria possível realizar experiências com campos magnéticos, objetos soltos e líquidos fora de recipientes. As experiências selecionadas foram a análise da aceleração gravítica no interior do avião e a verificação experimental da Segunda Lei de Newton; a análise do comportamento de gotas de água largadas próximo de um balão eletrizado durante uma manobra de voo parabólico; e a medição da intensidade da força exercida por uma massa suspensa num dinamómetro durante uma manobra de voo parabólico. Foi necessário um acelerómetro de três eixos, um sensor de força e uma massa suspensa fixa ao sensor, além de uma calculadora gráfica para a primeira experiência. Para a segunda experiência, foram utilizados um balão e uma pipeta com água, enquanto que para a terceira, foram necessários um dinamómetro e uma bola (massa suspensa).

### **Do ponto de vista emocional, como foi essa experiência?**

**Jorge Teixeira.** Do ponto de vista emocional, estava a lidar com várias questões ao mesmo tempo. Como não sou fã de viajar de avião, estava preocupado com os momentos das parábolas em que o avião estaria inclinado cerca de 45°. No entanto, a presença de uma equipa de voo composta por 4 pilotos experientes acabou por acalmar um pouco os meus receios. Além disso, estava apreensivo em relação à realização e montagem das experiências, pois não haveria tempo para as repetir. Conforme o voo foi avançando, essas preocupações foram diminuindo. Contudo, outras permaneciam como por exemplo, estar perto do “chão” do avião e não ter ninguém por cima quando a gravidade mudava bruscamente de 0g para 1,8g. Apesar das preocupações, o saldo geral foi bastante positivo, especialmente se tivermos em conta os momentos mais agradáveis do voo.

### **Quantos períodos de gravidade zero tiveram?**

**Jorge Teixeira.** Tivemos um momento de gravidade marciana, dois de gravidade lunar e 13 de gravidade zero (microgravidade).

### **Cada período mais ou menos quantos segundos tinham?**

**Jorge Teixeira.** Os períodos de gravidade zero duravam cerca de 22 segundos, os de gravidade lunar duravam 24 segundos e os de gravidade marciana duravam 33 segundos. A duração dos períodos está relacionada com a forma da parábola e o ângulo de inclinação do avião.

**A descrição destas experiências está feita num artigo publicado neste número desta revista. Do ponto de vista mais experiencial, o que é que este voo proporcionou que não pode ser aprendido vendo um vídeo ou lendo um texto?**

**Jorge Teixeira.** No caso da experiência da aceleração gravítica, os vídeos e textos não mostram como varia a aceleração e suas componentes durante o voo, nem comparam esses

valores com a altitude do avião. A recolha das componentes da aceleração foi fundamental para compreendermos como funciona este tipo de voo. Quando uma gota de água está próxima de um balão eletrizado, sabe-se que atua uma força elétrica. Esta experiência permitiu obter o valor da aceleração da gota na direção do balão. Estes são dois exemplos de situações que não são abordadas em livros nem em textos. Além disso, aprende-se muito mais com as mãos na massa do que apenas a assistir a vídeos ou a ler textos.

## **5. INTEGRAR A TECNOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS, MELHORAR MUITO A APRENDIZAGEM DOA ALUNOS**

**Fala-nos também do outro teu projeto de integração da tecnologia no ensino experimental de ciências, tendo como base uma calculadora multifunções, com a colaboração de uma empresa internacional de tecnologia educativa. Como começou este projeto e em que consiste? Como vês a integração da tecnologia no ensino de ciências? Qual é a mais-valia que os alunos podem tirar do uso das calculadoras para aprenderem ciências? Na tua perspetiva, qual é a abordagem que o professor deve ter para os alunos usarem de forma proveitosa a calculadora?**

**Jorge Teixeira.** A ideia já tem alguns anos, pois para as atividades laboratoriais necessitamos de sensores. As escolas tinham pouco material e, por vezes, de diferentes fabricantes. Quando se realizavam atividades laboratoriais, era despendido um tempo significativo a analisar e a conhecer as funcionalidades dos materiais e softwares de várias empresas. Os alunos acabavam por ter menos tempo para planificar experiências, fazer tratamento de dados, trabalhar em grupo e comunicar resultados. Em 2018, propus à Casio Portugal e depois à Casio Europa melhorias ao nível do aproveitamento das potencialidades da calculadora gráfica dos alunos, de modo que esta pudesse ser utilizada sistematicamente em atividades onde fossem necessários sensores. A ideia era um sistema para todas as atividades. A calculadora tem, na minha opinião, algumas vantagens relativamente aos computadores e telemóveis. Não é um foco de distração, mantém os alunos focados nas tarefas da atividade, é portátil, tem muita autonomia, consegue-se projetar o ecrã, podemos ligá-la a um sistema de aquisição e tratamento de dados, pode-se fazer programação, é fácil de utilizar em ensino remoto e é a única ferramenta permitida no exame nacional. Para o efeito que pretendia, desenvolveu-se uma aplicação gratuita (*DataLogger*) para a recolha de dados com sensores e respetivo tratamento. Era importante que a aplicação pudesse ser instalada na calculadora dos alunos, que fosse intuitiva e que permitisse vários métodos de recolha de dados (recolhas ao longo do tempo, intervalos de tempo e recolhas automáticas com introdução de dados manuais). A experiência mostrou que em duas sessões de 90 minutos, os alunos conseguiam fazer recolhas e tratamento de dados. Assim, ao longo do ensino secundário, os alunos têm um sistema que dominam, deixando mais tempo disponível para outros assuntos.

**Deixa-me esclarecer um ponto. A aplicação *DataLogger* é que permite cumprir esses requisitos que tu definiste *a priori*?**

**Jorge Teixeira.** Sim

**E isso foi desenhado a partir da proposta que fizeste?**

**Jorge Teixeira.** A empresa já tinha um programa para alguns sensores, mas tinha alguns erros. A partir da proposta, das minhas indicações e das indicações da *Casio School Coordinator* fizeram-se melhorias, corrigiram-se erros, adicionaram-se um conjunto significativo de sensores (neste momento são cerca de 150 de vários fabricantes) e tornou-se a aplicação mais intuitiva.

**E isso não existe nas calculadoras concorrentes?**

**Jorge Teixeira.** Apenas uma marca concorrente possui uma aplicação semelhante. Contudo, esta é menos flexível e intuitiva e descontinuou a sua interface. Para alcançar todos os professores e escolas, desenvolvemos um manual para professores, que explica passo a passo como utilizar a aplicação e os sensores nas atividades laboratoriais obrigatórias do ensino secundário. Este livro é gratuito e foi distribuído para todas as escolas do país. Atualmente, já existe uma versão disponível em espanhol. Além disso, os professores podem solicitar formação creditada, como cursos ou oficinas. Neste momento, temos uma oficina de formação de 25 horas, sendo que apenas 12 horas são presenciais. Somos dois formadores a ministrar formação e já não conseguimos dar resposta a todas as solicitações. Verificámos que, nas ações de formação, os professores conseguem rapidamente planificar atividades com a utilização da calculadora e dos sensores.

**O tempo que os alunos precisam para se adaptar à máquina é o mesmo que os professores precisam?**

**Jorge Teixeira.** Em média, é o mesmo.

**Mas esse processo de adaptação à máquina é fundamental para os alunos se centrarem nos objetivos da experiência e na aprendizagem propriamente dita...**

**Jorge Teixeira.** Exato. Os alunos estão mais focados nos objetivos e não há preocupações sobre como conectar os cabos ou como funciona o software, entre outros ruídos.

**E não acontece alguns alunos dizerem que não se lembram de certa funcionalidade ou como se utiliza corretamente a máquina?**

**Jorge Teixeira.** Pode acontecer, mas como os grupos têm 2 ou 3 alunos, geralmente há sempre alguém que se lembra e ajuda.

**E isso é o tipo de coisa que se resolve rapidamente?**

**Jorge Teixeira.** Resolve-se rapidamente. Por exemplo, recentemente tivemos uma aula assistida por uma delegação da Casio Japão, responsável pelo desenvolvimento e criação de produtos tecnológicos. Eles queriam perceber como era a dinâmica da aula com este sistema. O objetivo da aula assistida era estabelecer a relação entre a variação da energia cinética e a distância percorrida por um corpo. Puderam verificar que cada grupo estudava variáveis ou situações diferentes e que quando um elemento de um grupo tinha dúvidas numa funcionalidade, havia sempre alguém que resolvia o problema. Raramente é solicitada a presença do professor para resolver essas situações. Os membros da delegação referiram, no final, que os alunos dominavam a componente técnica, souberam responder a todas as questões colocadas e que se notava que os alunos gostavam do que estavam a fazer.

**Gostaria que elaborasses um pouco mais sobre o seguinte. Com esse *DataLogger* garantindo que os alunos sabiam utilizar a máquina de calcular sem estarem preocupados com**

**o modo como o faziam, qual é, do teu ponto de vista, a mais-valia que os alunos podem tirar com o uso da máquina de calcular e o *DataLogger*?**

**Jorge Teixeira.** Os alunos concentram-se na resolução do problema, o que é muito mais importante do que a calculadora em si. Começam a pensar no design da experiência que precisam de realizar, na montagem dos equipamentos, no controlo de variáveis, na recolha de dados experimentais e na análise dos dados de modo a obter gráficos relacionando grandezas físicas. Tudo isto é feito mais rapidamente desde que começámos a utilizar este sistema. Além disso, há mais discussão, mais previsões e surgem mais procedimentos alternativos. No final, acabamos por dedicar mais tempo às tarefas cognitivas.

**Conseguirias resumir todo o teu trabalho em dois ou três conselhos muito incisivos de modo que os professores tirassem realmente proveito do uso da calculadora?**

**Jorge Teixeira.** Um aspeto importante é que a calculadora permite o tratamento de dados no local onde são recolhidos, ou mais tarde. Além disso, os dados podem ser transferidos de uma calculadora para outra. Como a calculadora é uma ferramenta amplamente utilizada em duas disciplinas, os alunos não se esquecem das funcionalidades, o que evita a necessidade de esclarecer dúvidas constantemente sobre a sua utilização. Quando os alunos dominam as funcionalidades dos programas da calculadora e sabem utilizar os sensores, tira-se mais proveito das atividades laboratoriais e é muito mais fácil desenvolver projetos científicos. Adicionalmente, as calculadoras podem ser utilizadas em atividades desde o primeiro ciclo do ensino básico até ao ensino universitário. Por vezes, recorro à utilização de sensores até mesmo no primeiro ciclo do ensino básico, quando solicitado por esses professores.

**Qual é a abordagem que os professores têm de fazer, para que possam tirar partido do uso da máquina de calcular e sensores?**

**Jorge Teixeira.** Os professores precisam de adotar metodologias muito mais ativas nas suas abordagens educativas. Devem trazer para a sala de aula problemas desafiadores ou aproveitar os problemas propostos pelos próprios alunos. Pessoalmente, prefiro utilizar os problemas sugeridos pelos alunos porque os envolve mais no processo de aprendizagem. Basicamente, as atividades propostas devem ajudar a obter uma resposta que não seja facilmente encontrada em livros ou pesquisas na internet e que promovam o uso de sensores e o tratamento de dados. Para os professores que se sentem menos confortáveis com metodologias ativas, uma forma de começar é integrar os sensores nas atividades do currículo.

**O que estás a dizer é que não faz sentido usar esta tecnologia para fazer algo que pode ser feito, pesquisando ou fazendo cálculos...**

**Jorge Teixeira.** Pode e deve-se fazer uso da tecnologia sempre que necessário. Atualmente, a tecnologia é uma ferramenta indispensável. No ensino secundário, os alunos podem encontrar muitas informações sobre as atividades laboratoriais nos manuais e na internet e podem resolver exercícios com mais ou menos cálculo. No entanto, é crucial utilizar a tecnologia para obter e trabalhar dados das atividades de forma adequada. Existem situações em que é importante recorrer à tecnologia para demonstrar a veracidade das afirmações feitas em pesquisas. Por exemplo, "por que uma vela se apaga dentro de um copo invertido?". Os livros explicam que a vela se apaga por falta de oxigénio. No entanto, quando os alunos medem a concentração de oxigénio dentro do copo, verificam que, quando a vela se apaga, há ainda



bastante oxigénio presente. Isso sugere que o oxigénio não é o fator crucial e incentiva os alunos a explorar outras variáveis, como o dióxido de carbono, e a solicitar outros sensores.

**Neste contexto, há algo mais que eu não te tenha perguntado, mas que consideres importante.**

*Jorge Teixeira.* Penso que não. Compreendo que quem é da área da didática gosta de ver tudo justificado, estruturado e bem planeado. No terreno, muitas vezes, temos de improvisar para atender às solicitações dos alunos em tempo real. Tento ser muito prático e prefiro responder logo às solicitações dos alunos.

**Claro, tens toda a razão. Eu continuo muito curioso sobre a forma como tu integras a tecnologia na aprendizagem dos alunos...**

*Jorge Teixeira.* O envolvimento dos alunos também está ligado à personalidade do professor. Os alunos percebem quando um professor se entusiasma com o que faz, e isso também contagia os alunos. Gosto de tecnologia; não sou fanático, mas considero-a muito importante na educação. Permite criar cenários de aprendizagem ligados aos problemas do dia a dia, muito mais atraentes do que o currículo tradicional. A construção dos cenários está intimamente ligada à formação de professores. Se houver uma boa formação, o professor consegue trabalhar várias áreas e interligar diversas situações. Se o professor não é curioso e não se sente motivado a ir além da matriz curricular não integra outras componentes na sua prática letiva. No entanto, tenho verificado que existem colegas, em muitas escolas, que integram muito bem a tecnologia e são excelentes professores.

**Reconheces essas características noutros professores?**

*Jorge Teixeira.* Muitos professores trabalham de maneira semelhante ou equivalente. Reconheço que produzem trabalho de excelente qualidade e que teria muitas dificuldades em fazer algo semelhante ao que eles fazem. Somos todos diferentes e isso até é positivo. Trabalhar fora da caixa pode dar muito trabalho, especialmente se tivermos de lidar com problemas diferentes todos os anos. Contudo, considero que são desafios que valem a pena.

**Muito obrigado por este tempo e pela partilha que fizeste da tua experiência.**

**TIENE LA PALABRA...LUIS CARLOS CONTRERAS GONZÁLEZ**

**TEM A PALAVRA... LUIS CARLOS CONTRERAS GONZÁLEZ**

**GIVING THE FLOOR TO... LUIS CARLOS CONTRERAS GONZÁLEZ**

**Luis Carlos Contreras González<sup>1</sup> & Miriam Méndez Coca<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad De Huelva, España  
lcarlos@uhu.es

<sup>2</sup>Universidad Complutense De Madrid, España  
mimend01@um.es

## **1. BREVE BIOGRAFIA**

Luis Carlos se licenció en Matemáticas por la Universidad de Sevilla y se doctoró en Psicopedagogía por la Universidad de Huelva. Lleva 42 años formando Maestros, aunque también ha participado en la formación de profesores de Secundaria, así como en actividades de formación permanente de profesorado no universitario a través de los diferentes centros de profesores de Huelva y Sevilla. En la actualidad es Catedrático de Didáctica de la Matemática en la Universidad de Huelva y co-IP del proyecto de investigación “Conocimiento especializado en la formación del profesorado de matemáticas: tareas y conocimiento del formador” (PID2021.122180OB-100), del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. Es miembro de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática y del grupo del Conocimiento y Desarrollo Profesional del profesorado de Matemáticas. Es también miembro de la Red MTSK de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado.

## **2. EL FORMADOR DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS**

Uno de los elementos clave que ha formado parte de la investigación en educación matemática en las últimas décadas ha sido el conocimiento del profesor. A pesar de que la formación de profesores, tanto en el ámbito nacional como internacional, tiene una tradición secular, no es hasta la década de los 80 del pasado siglo que la investigación educativa centró su atención en esta temática. Los trabajos seminales de Lee Shulman abren una brecha importante en la concepción casi exclusiva de conocimiento disciplinar para enseñar, mostrando “un paradigma perdido” del que emerge un nuevo elenco de conocimientos que acompaña a los saberes disciplinares como elementos del conocimiento del profesor. Inspirados en sus trabajos, algunos grupos de investigación en educación matemática, entre los que destaca el de la universidad de Michigan, abordaron las características y estructura del conocimiento del profesor de matemáticas. Años después, en el ámbito internacional se ha alcanzado un elevado grado

consenso en cuanto a qué elementos componen ese elenco de conocimientos, siendo su organización interna, su estructura y su grado de operatividad lo que difiere entre los diversos modelos analíticos que la literatura nos ofrece en estos momentos.

Llegados a este punto, sin que los estudios sobre lo que acabamos de relatar hayan perdido interés, lo que ocupa una parte importante en las agendas de investigación internacional es el conocimiento de las personas responsables de la formación del profesorado, lo que usando la terminología inglesa y circunscrito a la educación matemática se conoce como *Mathematics Teachers Educator Knowledge*.

¿Cuál es perfil de la persona formadora de profesores de matemáticas? Algunos estudios están tratando de responder a esta pregunta que podría parecer trivial. La realidad internacional nos muestra que no lo es. La formación inicial de grado, la formación de posgrado y el desempeño profesional de estas personas conforman un abanico mucho más variado de lo que se podría pensar y, consecuentemente, cada una de ellas pone de manifiesto una identidad profesional propia y, por ende, una identidad profesional del profesorado que forman.

A esta gama de perfiles hemos de añadir la ausencia de consenso acerca del conocimiento necesario para desempeñar su labor. Parece que nos encontraríamos en una situación similar a la del “paradigma perdido” de Shulman. Si entonces se trataba de determinar qué otros conocimientos, además del propio de la disciplina a enseñar, debía formar parte del conocimiento del profesor y puesto que se ha avanzado bastante acerca del contenido de la formación de profesores de matemáticas, ahora se trata de determinar qué otros conocimientos han de completar el elenco de conocimiento del formador.

### 3. PARA SABER MAS

Beswick, K., y Goos, M. (2018). Mathematics teacher educator knowledge: What do we know and where to from here?. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21, 417–427. <https://doi.org/10.1007/s10857-018-9416-4>.

Cox, C., Beca, C.E., Cerri, M., Meckes, L., y Ramíre, M.J. (2021). *Formadores de docentes en seis países de América Latina: Instituciones, prácticas y visiones*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380227>.

Goos, M., y Beswick, K. (2021). *The Learning and Development of Mathematics Teacher Educators. Research in Mathematics Education*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-62408-8>.

*TEM A PALAVRA... PAULO CORREIA*

GIVING THE FLOOR TO... PAULO CORREIA

TIENE LA PALABRA... PAULO CORREIA

**Paulo Correia<sup>1</sup> & Elisa Saraiva<sup>2,3,4</sup>**

<sup>1</sup>Agrupamento de Escolas de Barcelos, Portugal  
paulo.correia@aebarcelos.pt

<sup>2</sup>Agrupamento de Escolas D. Maria II, V.N. Famalicão, Portugal

<sup>3</sup>Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico do Porto, Portugal

<sup>4</sup>INED – Centro de Investigação e Inovação em Educação e Inovação em Educação, Escola Superior de Educação do Porto, Portugal  
elisasaraiva6@gmail.com

## 1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY

Paulo A. F. Correia, é licenciado em Ensino de Matemática pela Universidade do Minho, tem uma pós-graduação em Novas Tecnologias no Ensino da Matemática pela Universidade Lusíada e é mestre em Educação, área de especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino da Matemática. Leciona no Agrupamento de Escolas de Barcelos, é, há vários anos, o coordenador da comissão de autoavaliação do agrupamento e desempenha as funções de Embaixador Digital do Centro de Formação de Associação de Escolas de Barcelos e Esposende (CFAEBE), no âmbito do Plano de Transição Digital para a Educação desde o ano letivo 2019/2020. Ao nível da investigação, a sua área de interesse é a Educação, com enfoque na Educação Matemática. No Agrupamento de Escolas de Barcelos implementou um projeto denominado A aula de Matemática: uma comunidade de aprendizagem. O projeto mereceu a atenção da Direção-Geral da Educação que decidiu pela realização de um vídeo, no âmbito da Autonomia e Flexibilidade Curricular, bem como da Câmara Municipal de Barcelos que o publicou na Revista Educação | Boas Práticas.

## 2. BREVE DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PROJETOS EM QUE TEM ESTADO ENVOLVIDO

Quando iniciei a minha carreira (1992-1993), como docente de Matemática, senti que as minhas práticas estavam bem ajustadas aos meus objetivos pedagógicos. Contudo, a dada altura comecei a sentir curiosidade pelo papel que as tecnologias podiam ter nos processos de ensino e de aprendizagem. Assim, decidi inscrever-me numa pós-graduação, com a duração de um ano

(concluída em janeiro de 2003) onde foi possível desenvolver conhecimentos em várias áreas, nomeadamente: CiberEscola: Hipertexto, Transferência de dados e Comunicação; Modelação Matemática; A folha de Cálculo e a Base de Dados no Ensino/Aprendizagem da Matemática; Construir Matemática com os softwares Derive e o Mathematica; Geometria Dinâmica com o Geometer's Sketchpad e a TI-92 Plus; Investigação e Modelação na Aula de Matemática.

Aceitando o desafio de orientador de estágio de alunos do 5º ano pré-Bolonha/mestrado em ensino pós-Bolonha (durante 15 anos), senti necessidade de melhorar os meus conhecimentos em pedagogia e didática da Matemática, pelo que ingressei no mestrado em Educação, de dois anos (concluído em abril de 2008). A partir desta altura continuei a desenvolver investigação, a participar em encontros e a envolver-me na dinamização de eventos em educação e em educação Matemática. Durante este processo, fui transformando as minhas práticas profissional e pedagógica, nomeadamente, quanto às metodologias de ensino, com integração gradual de tecnologias digitais; aos métodos de aprendizagem, privilegiando a aprendizagem cooperativa, dentro e fora da sala de aula; à promoção do trabalho colaborativo entre docentes, desenvolvendo projetos no Agrupamento de Escolas de Barcelos (AEB). Dos projetos desenvolvidos destaco o projeto Nível 3, de recuperação de alunos do 9º ano a Matemática; o projeto Matxyz, de recuperação e consolidação das aprendizagens na disciplina de Matemática, organizados por nível de desempenho; o projeto AEBmais&melhor, de preparação dos alunos do 9º ano para as provas finais; e o projeto A aula de Matemática: uma comunidade de aprendizagem.

### 3. ENTREVISTA

**1 - O Paulo Correia é um professor reconhecido na sua comunidade pelo trabalho singular que tem desenvolvido em prol dos alunos e do ensino da Matemática, tendo dinamizado um projeto que representa uma nova abordagem ao ensino, à aprendizagem e à avaliação. Fale-nos um pouco desse projeto e daquilo que o motivou a dar início à sua implementação?**

Muitas das implicações práticas do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) estão associadas à dinâmica da sala de aula, implicando alterações nas práticas profissionais, pedagógicas e didáticas. O projeto pretende promover mais e melhores oportunidades aos alunos, não só para aprenderem, mas para aprenderem de forma autónoma ao longo da vida. Nesta perspetiva, foram envolvidos diferentes elementos da comunidade educativa, nomeadamente, professores, alunos, encarregados de educação, responsáveis pelo apoio pedagógico a Matemática dentro e fora da escola, na medida em que todos podem contribuir para que os alunos desenvolvam mais eficazmente as competências do PASEO. Quanto à sala de aula, pretende-se que seja, na terminologia da professora Ariana Cosme, um espaço onde cada um contribui à medida das suas possibilidades e em que o professor assume o papel de “interlocutor qualificado”.

O projeto Comunidades de Aprendizagem assenta em fundamentos da literatura em Educação e em Educação Matemática, no PASEO, nos Decretos-Lei nº 54/2018 e nº 55/2018 e nas Portarias 223-A/2018 e 226-A/2018, nomeadamente, que: todos os alunos são capazes de aprender; todos podem contribuir para que os colegas aprendam; as tecnologias digitais potenciam a aprendizagem; a organização dos objetivos de aprendizagem e das tarefas por nível de desempenho apoiam a autorregulação das aprendizagens; a avaliação formativa é parte integrante do processo de ensino e aprendizagem; a metodologia de trabalho de grupo tem um papel central no envolvimento ativo do aluno na sua aprendizagem; o trabalho colaborativo entre

docentes é essencial para a melhoria e inovação dos processos de ensino, aprendizagem e avaliação; o professor deve atuar como um "interlocutor qualificado" e colaborar na formação de comunidades de aprendizagem; os alunos devem ser envolvidos na tomada de decisões; a avaliação deve ser diversificada quanto aos procedimentos, técnicas e instrumentos e deve beneficiar da intervenção de mais do que um avaliador.

No projeto destacam-se as seguintes estratégias: dar voz aos alunos, através das assembleias de turma; distribuir os alunos por grupos de trabalho heterogéneos na sala de aula, para promover a aprendizagem cooperativa; promover as mentorias entre alunos, incentivando-os a escolherem o seu mentor ou o seu mentorando; envolver os alunos na realização de trabalhos de projeto, para recuperação e consolidação das aprendizagens, desenvolvimento de competências do PASEO e capacitação digital; planificar os conteúdos por tópico ou tópicos afins, elaborando, por nível de desempenho, e por esta ordem, sumários temáticos, fichas de trabalho temáticas, fichas de avaliação temáticas e, quando se revelar pertinente e exequível, fichas de avaliação temáticas por nível de desempenho de recuperação e substituição.

O projeto A aula de Matemática: uma comunidade de aprendizagem, surge, assim, da necessidade de um trabalho mais profundo, de investigação-ação sobre as minhas práticas profissional, pedagógica e didática, potenciado pelo trabalho colaborativo entre docentes. Neste projeto derrubei barreiras físicas entre duas salas de aula (duas turmas e dois docentes de Matemática) da Escola Secundária de Barcelos. O projeto teve início no ano letivo 2019/2020 com duas turmas (e dois professores) do 7º ano de escolaridade, prolongando-se até ao 9º ano de escolaridade, isto é, até ao final do ano letivo 2021/2022. No ano letivo 2021/2022 iniciou-se o alargamento, a todas as turmas do 3º ciclo do ensino básico do Agrupamento de Escolas de Barcelos, de estratégias de planificação, de implementação e de avaliação das aprendizagens, promovendo a melhoria do trabalho colaborativo entre os docentes a lecionarem a disciplina de Matemática nos 7º, 8º e 9º anos de escolaridade. São estratégias comuns, a utilização de sumários temáticos por nível de desempenho (orientadores para todos os intervenientes no processo de ensino e aprendizagem); a disponibilização de ficha de trabalho temática por nível de desempenho (para concretização dos sumários temáticos); aplicação de fichas de avaliação temática por nível de desempenho (para avaliar as aprendizagens dos alunos por tópico, com propósitos de regulação do ensino e autorregulação das aprendizagens); aplicação de fichas de avaliação temáticas por nível de desempenho de recuperação e substituição (para que a qualquer momento do ano letivo o aluno possa ser reposicionado no real nível de desempenho); a implementação do trabalho de projeto por ano de escolaridade. De ora em diante o projeto passou a designar-se Comunidades de Aprendizagem no AEB.

## **2 - Qual é balanço que faz da implementação deste projeto e do impacto que tem tido na aprendizagem dos seus alunos?**

Importa começar por referir que o projeto Comunidades de Aprendizagem está alinhado com o Projeto Educativo, o Programa de Mentorias, o Plano Estratégico e de Recuperação das Aprendizagens e o Plano de Ação para o Desenvolvimento Digital do AEB.

O projeto foi avaliado em cinco momentos distintos: i) no final do ano letivo 2018/2019 pelo Conselho Pedagógico do Agrupamento de Escolas de Barcelos, que autorizou a sua implementação, e tendo sido apresentado aos encarregados de educação dos alunos do 7º ano da Escola Secundária de Barcelos (ESB), do ano letivo 2019/2020, na reunião de arranque do ano

letivo; ii) em novembro de 2019, o projeto foi apresentado publicamente, no evento Práticas Pedagógicas Inovadoras e o Movimento da Escola Moderna aberto às escolas associadas do Centro de Formação de Associação de Escolas de Barcelos e Esposende (CFAEBE), sendo que no espaço aberto ao público os participantes colocaram questões e comentaram, muito positivamente, o projeto; iii) no final do 2º período do ano letivo 2019/2020 foi aplicado um questionário para conhecer o grau de satisfação dos alunos envolvidos no projeto e dos respetivos encarregados de educação, relativamente a aspetos de natureza pedagógica e didática, sendo que todos os inquiridos se revelaram muito satisfeitos em todas as áreas avaliadas; iv) no final do ano letivo 2021/2022 foi apresentado o trabalho desenvolvido ao grupo disciplinar de Matemática, que decidiu por implementar algumas das estratégias do projeto em todas as turmas do 3º ciclo do Ensino Básico do AEB; v) no final do ano letivo 2021/2022 aplicou-se novo questionário aos alunos e encarregados de educação, que se mostraram, mais uma vez, muito satisfeitos com o impacto do projeto nas aprendizagens.

Relativamente ao questionário aplicado no final do ano letivo 2021/2022: na opinião de 83,8% dos alunos e 95,2% dos encarregados de educação (EE), “As assembleias de turma dão voz ao aluno.”; para 98,8% dos alunos e para 100% dos EE “O trabalho de grupo permite aos alunos ajudarem-se uns aos outros.”; para 100% dos alunos e 85,7% dos EE “O trabalho de grupo é uma boa estratégia para os alunos aprenderem melhor.”; para 85% dos alunos e 90,5% dos EE “O trabalho de grupo ajuda os alunos a aprenderem ao seu ritmo.”; para 87,5% dos alunos e para 95,2% dos EE “O trabalho de projeto permite ao aluno pesquisar informação, trabalhar livremente com quem o possa ajudar e combinar recursos analógicos (compasso, ...) e digitais (GeoGebra, ...)”; para 91,3% dos alunos e 95,2% dos EE “A organização dos sumários, das fichas de trabalho e das fichas de avaliação temáticas em três níveis de complexidade, permite ao aluno perceber o que já sabe e o que lhe falta fazer para passar ao nível seguinte.”; para 90% dos alunos e 95,2% dos EE “As fichas de trabalho temáticas, com as soluções, com ligações para vídeos e atividades interativas e as resoluções pormenorizadas dos exercícios, ajudam os alunos a aprender a matéria, cada um ao seu ritmo.”; para 96,3% dos alunos e 90,5% dos EE “As fichas de recuperação permitem aos alunos mostrarem ao professor que já aprenderam tudo ou parte do que falharam na primeira avaliação.”; para 93,8% dos alunos e 90,5% dos EE “A substituição das classificações iniciais das questões pelas novas classificações da recuperação é uma boa estratégia para uma avaliação mais justa.”; para 88,8% dos alunos e 100% dos EE “A diversificação da avaliação (2 testes globais; fichas de avaliação temáticas; questões no Google Forms; trabalho de projeto; avaliação em sala de aula das intervenções, dos exercícios no quadro, no lugar e no grupo, das explicações dadas aos colegas) permite uma melhor fotografia das aprendizagens dos alunos”.

**3 - O Paulo é também Embaixador Digital no Centro de Formação de Escolas de Barcelos e Esposende (CFAEBE). Como tal, tem uma maior apetência e sensibilidade para a integração das ferramentas e tecnologias digitais no regular trabalho na sala de aula. No âmbito deste projeto, quais as principais ferramentas e recursos digitais que utiliza e que ganhos observa na aprendizagem dos seus alunos?**

Nas minhas aulas o telemóvel é uma ferramenta de trabalho, sendo que as regras de utilização em sala de aula são definidas conjuntamente com os alunos em assembleia de turma, que só o podem utilizar quando autorizado pelo professor para fins didáticos, sendo que essa reflexão conjunta tem por base as diretrizes do Regulamento Interno do AEB. Geralmente, o telemóvel é suficiente para a utilização de aplicações como o Photomath, Applets construídos

com o software GeoGebra, para visualização de vídeos ou para a realização de atividades interativas da Khan Academy Portugal, para aceder a recursos disponibilizados na sala virtual da disciplina de matemática criada no Google Classroom ou para responderem a Quizes de avaliação.

Quando há necessidade de trabalhar com o Excel, com software de produção e tratamento de vídeo, elaboração de inquéritos com o Google Forms, elaboração de pósteres no Canva, escrita simbólica da matemática com um editor de equações, o computador portátil revela-se mais eficaz e é solicitado aos alunos que tragam dois computadores por grupo de trabalho (que geralmente são compostos por quatro ou cinco elementos).

Uma vez que o projeto Comunidades de Aprendizagem pretende obter o máximo proveito das tecnologias digitais, também foi alvo de avaliação no questionário aplicado no final do ano letivo 2021/2022: para 95% dos alunos e 100% dos encarregados de educação (EE) “A sala de aula no Classroom tem muitos recursos disponíveis (exercícios, resoluções, lembretes, vídeos, fotos da aula, ...)”.; para 91,3% dos alunos e 90,5 % dos EE “As aulas em videoconferência entre turmas (apresentações por diferentes professores, jogos interturmas, apresentações com tecnologia, junção virtual das turmas, ...) têm um impacto positivo na aprendizagem da Matemática.”; para 96,3% dos alunos e 100% dos EE “A integração das tecnologias digitais (Photomath, GeoGebra, Khan Academy, classroom, videoconferência, ...) tem um impacto positivo na aprendizagem da Matemática.”; para 87,5% dos alunos e 95,2 % dos EE “O trabalho de projeto permite ao aluno pesquisar informação, trabalhar livremente com quem o possa ajudar e combinar recursos analógicos (compasso, ...) e digitais (GeoGebra, ...)”.

#### **4 - Dada a sua experiência, que conselhos poderia deixar aqui para que outros docentes sintam vontade de implementar metodologias mais ativas na sala de aula e encontrem formas de integrar as ferramentas e recursos digitais para agilizar o trabalho em sala de aula?**

Entendo que o maior impacto do projeto foi ao nível do trabalho colaborativo, porque promoveu a partilha de experiências, de conhecimentos em tecnologias digitais, o desenvolvimento e dinamização de ações pedagógicas inovadoras e momentos de reflexão/ação, nos intervenientes mais diretamente envolvidos e naqueles que foram sendo contagiados.

No âmbito da didática da Matemática há um conjunto diversificado de recursos educativos digitais disponíveis, com grande potencial para os processos de ensino, de avaliação e de aprendizagem: para ajudar o professor a concretizar as ideias matemáticas que pretende transmitir aos seus alunos; para apoiar o professor na atribuição de tarefas personalizadas para aprendizagem ou para avaliação; para apoiar o professor na elaboração de recursos de apoio à recuperação e consolidação das aprendizagens; para permitir aos alunos a exploração de conceitos e situações matemáticas; para ajudar os alunos a transmitirem as suas ideias matemáticas, tanto ao professor como aos colegas; para permitir ao aluno aprender ao seu ritmo, podendo ver e rever os conteúdos as vezes necessárias.

Atualmente, não acredito no sucesso de nenhum método de ensino e aprendizagem que não esteja suportado na aprendizagem cooperativa, que não assente nos princípios da aprendizagem dialógica e que não defenda que, em sala de aula, todos são responsáveis pela aprendizagem de cada um, contribuindo com as suas perspetivas, as suas experiências e os seus conhecimentos. Também não acredito no sucesso de processos de ensino, avaliação e aprendizagem que não rentabilizem o potencial das tecnologias digitais, numa sociedade em constante e rápida mudança e cada vez mais digital.



#### 4. PARA SABER MAIS...

Site pessoal:

<https://sites.google.com/view/paulo-correia-esb?usp=sharing>

VOLUME 5 | NÚMERO 1

ABRIL 2024

*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

