

VOLUME 5 | NÚMERO 2

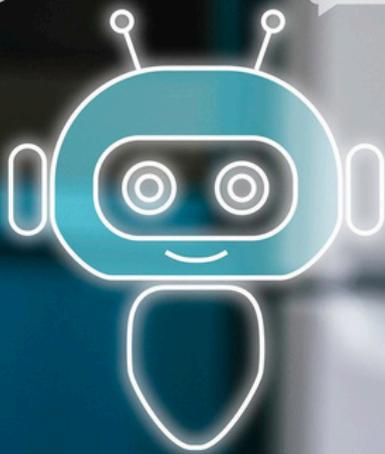
NOVEMBRO 2024

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@apeduc.pt

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 de 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*

Salete 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:

- Maio: submissão até 10 de março;
- Novembro: submissão até 20 de junho.

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

Publish two issues per year:

- May submission until March 10;
- November: submission until June 20.

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

Publica dos números al año:

- Mayo: envío hasta el 10 de marzo;
- 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
<hr/>	
<i>O significado dado ao laboratório de Ciências: uma revisão bibliográfica pré pandemia</i> The meaning given to the Science laboratory: a pre-pandemic bibliographic review El significado dado al laboratorio de Ciencias: una revisión bibliográfica antes de la pandemia <i>Luis Gustavo Rodrigues Pinhas, Giuliana Mião & Andréia Silva Abbiati</i>	12
<i>Referência a mulheres cientistas – uma análise aos manuais escolares da disciplina de Físico-Química do 7º ano do Ensino Básico</i> Reference to women scientists – an analysis of school manuals for the Physical Chemistry discipline of the 7th year of Basic Education Referencia a científicas – un análisis de los libros de texto de Física y Química de 7º curso de Educación Básica <i>Sofia Cardim, Ana Fernandes & Sandra Soares</i>	33
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	45
<hr/>	
<i>Uso de recursos digitais na aprendizagem da fotossíntese: Discussão de uma estratégia envolvendo alunos da 10ª classe em Angola</i> The use of digital resources in learning about photosynthesis: the discussion of a strategy involving 10th grade students from Angola El uso de recursos digitales en el aprendizaje de la fotosíntesis: debate sobre una estrategia con alumnos de 10º curso en Angola <i>Félix Vaile, Betina da Silva Lopes & Maria João Loureiro</i>	47
<i>Desafio da água: um jogo de tabuleiro para explorar o objetivo de desenvolvimento sustentável 6 – água potável e saneamento</i> Water challenge: a board game to explore the sustainable development goal 6 – clean water and sanitation Desafío del agua: un juego de mesa para explorar el objetivo de desarrollo sostenible 6 - agua limpia y saneamiento <i>Bento Cavadas, Ana Antunes, Ana Leonardo, Joana Vicente Santos, Mariana Fernandes, Marta Anselmo & Neusa Branco</i>	59

<i>Conhecer e valorizar a biodiversidade vegetal na formação de futuros professores</i> Knowing and valuing plant biodiversity in pre-service teacher education Conocer y valorar la biodiversidad vegetal en la formación de los futuros profesores <i>Sílvia Ferreira, Joana Costa, Mariana Santana & Sara Pôla</i>	77
<i>O uso da webquest e o ensino de poliedros: um relato de experiência</i> The use webquest and the teaching of polyhedra: an experience report El uso de webquest y la enseñanza de poliedros: relato de experiencia <i>Francisco Jucivanio Felix de Sousa, Krishna Hoana de Sousa Silva, Ana Karla Rodrigues Sampaio & Tiago Gadelha de Sousa</i>	93
<i>Interdisciplinaridade e tecnologia na formação inicial de professores: a produção de materiais didáticos digitais autorais</i> Interdisciplinarity and technology in teacher training: the production of digital educational authorial materials Interdisciplinariedad y tecnología en la formación de profesores: la producción de materiales didáticos digitales autoriales <i>Letícia de Castro Viana, Maria Eleny de Freitas Plácido, Luciana de Lima, Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona & Daniel Brandão Menezes</i>	105
<i>Um estudo com alunos de 9º ano sobre envolvimento e práticas epistémicas recorrendo a simulações computacionais</i> A study with 9th grade students on engagement and epistemic practices using computational simulations Un estudio con estudiantes de 9º grado sobre participación y prácticas epistémicas utilizando simulaciones computacionales <i>Carla Alves, Ana Edite Cunha, Isabel Sousa, Fátima Moura & Nonato Medeiros</i>	118
<i>Secção 3 - Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</i> <i>Section 3 - Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education</i> <i>Sección 3 - Relación entre la Investigación y la Práctica en la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</i>	131
<hr/> <i>Uso do ChatGPT no planeamento do ensino de Química – potencialidades e desafios da IA para a educação em ciências e tecnologia</i> Use of ChatGPT in planning Chemistry teaching – potentials and challenges of AI for science and technology education Uso de ChatGPT en la planificación de la enseñanza de Química – potenciales y desafíos de la IA para la educación en ciencia y tecnología <i>José Luís Araújo, Isabel Saúde, António Pedro Costa & J. Bernardino Lopes</i>	133

Secção 4 – Livros e companhia: resenhas críticas e sugestões de integração de recursos didáticos	
<i>Section 4 – Books and more: critical reviews and suggestions for integrating teaching resources</i>	
<i>Sección 4 – Libros y compañeros: reseñas críticas y sugerencias para integrar recursos didáticos</i>	153
<hr/>	
<i>Sugestão de integração do recurso didático “Motion Mapper”</i>	
Suggestion for integrating the teaching resource “Motion Mapper”	
Sugerencia para integrar el recurso didático “Motion Mapper”	
Emanuel Reis	155
<i>Lobo 77, un juego de mesa para trabajar el cálculo mental - ¿Qué tener en cuenta para llevarlo al aula?</i>	
Lobo 77, um jogo de tabuleiro para trabalhar o cálculo mental - O que considerar ao levá-lo para a sala de aula?	
Lobo 77, a board game for working on mental calculation - What to bear in mind when bringing it into the classroom?	
Andrea de la Fuente Silva	159
<i>KIT ELETRÓNICO ECOBUILD: Da medição da condutividade térmica até às alterações climáticas</i>	
ECOBUILD ELECTRONIC KIT: from thermal conductivity measurement to climate change	
KIT ELECTRÓNICO ECOBUILD: de la medición de la conductividad térmica al cambio climático	
Teresa Maldonado Sousa Conceição, André Lourenço & Carla Costa	163
Secção 5 – Tem a palavra...	
<i>Section 5 – Giving the floor to...</i>	
<i>Sección 5 – Tiene la palabra...</i>	167
<hr/>	
<i>Tem a palavra... Mónica Baptista</i>	
Giving the floor to... Mónica Baptista	
Tiene la palabra... Mónica Baptista	
Mónica Baptista	169
<i>Tem a palavra... Lúcia Pombo</i>	
Giving the floor to... Lúcia Pombo	
Tiene la palabra... Lúcia Pombo	
Lúcia Pombo	171
<i>Tem a palavra... Raquel Branquinho, Presidente da ARMA-Sci</i>	
Giving the floor to... Raquel Branquinho, ARMA-Sci’s president	
Tiene la palabra... Raquel Branquinho, Presidente de la ARMA-Sci	
Raquel Branquinho	177
<i>Tiene la palabra... Juan Miguel Belmonte Gómez</i>	
Tem a palavra... Juan Miguel Belmonte Gómez	
Giving the floor to... Juan Miguel Belmonte Gómez	
Juan Miguel Belmonte Gómez	181

EDITORIAL

É com grande satisfação que apresentamos aos nossos leitores o número 2 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**. Esta publicação, indexada na *QUALIS* com classificação B1, reafirma o compromisso com a excelência académica, assegurando uma revisão por pares e atribuindo DOI a todos os artigos, garantindo-lhes maior visibilidade e impacto. Convidamos o leitor a ler, partilhar e contribuir para o avanço do conhecimento.

A **APEduC Revista** orgulha-se de receber um fluxo significativo de submissões para a Secção 1 e a Secção 2. Para assegurar a qualidade e relevância dos artigos publicados, instituímos um processo editorial preliminar. Cada manuscrito submetido na plataforma da **APEduC Revista** (<https://apeducrevista.utad.pt/>), passa por uma triagem criteriosa, na qual é avaliado quanto a:

1. **Relevância** do trabalho realizado;
2. **Conformidade com os critérios formais** da revista, disponíveis no site e nos *templates* de cada secção;
3. **Qualidade das referências** empregadas, em particular o uso de literatura recente e publicada em revistas internacionais;
4. **Adequação ao foco da revista**.

Somente os artigos que atendam aqueles requisitos passam para a etapa seguinte: revisão duplamente cega realizada por especialistas de cada área específica. A revisão pode ter uma ou mais rondas. Em cada ronda os autores são convidados a fazer alterações de acordo com as recomendações dos avaliadores. A decisão final sobre a publicação cabe à direção editorial,

We are pleased to present to our readers the issue 2 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**. This publication, indexed in *QUALIS* with a B1 classification, reaffirms the commitment to academic excellence, guaranteeing peer review and assigning DOI to all articles, guaranteeing them greater visibility and impact. We invite the reader to read, share and contribute to the advancement of knowledge.

APEduC Journal is proud to receive a significant flow of submissions for Section 1 and Section 2. To ensure the quality and relevance of published articles, we have instituted a preliminary editorial process. Each manuscript submitted on the **APEduC Journal** platform (<https://apeducrevista.utad.pt/>) undergoes careful screening, in which it is evaluated for:

1. **Relevance** of the work performed;
2. **Compliance with the journal's formal criteria**, available on the website and in the templates for each section;
3. **Quality of references** used, especially the use of recent literature published in international journals;
4. **Adequacy to the journal's focus**.

Only the articles that fulfil these requirements go on to the next stage: a double-blind review carried out by experts in each specific field. The review can have one or more rounds. In each round the authors are invited to make changes according to the reviewers' recommendations. The final

baseada nos relatórios dos revisores. Este processo editorial assegura que cada artigo publicado na Secção 1 e na Secção 2 possa dar uma contribuição significativa para a comunidade científica. Editores e revisores trabalham para que a **APEduC Revista** seja uma publicação de excelência e referência na difusão da investigação e das práticas educativas no ensino e divulgação de Ciências, Matemática e Tecnologia.

Neste número da **APEduC Revista** dá-se grande destaque ao papel que a **inteligência artificial** (IA) pode ter na educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Este enfoque é evidente na mesa redonda transcrita na Secção 3. Nela é traçado um roteiro para lidarmos com a IA de forma proveitosa e crítica. Outros destaques neste número da **APEduC Revista** são:

Na Secção 1, Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são publicados dois artigos.

O **primeiro artigo** relata uma investigação no Brasil sobre a importância dos laboratórios. As conclusões convergem em três pontos: a necessidade de formação contínua de professores, a escassez de recursos para experimentação adequada e o reconhecimento dos benefícios da experimentação no ensino contemporâneo. O **segundo artigo** apresenta uma investigação em que se analisa a menção a mulheres e cientistas nos manuais de Físico-Química do 7º ano do ensino básico em Portugal.

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

O **primeiro artigo** explana uma prática educativa sobre fotossíntese a partir do visionamento de vídeos e discutindo-se o seu efeito nas aprendizagens de alunos de um liceu público localizado no município da Humpata (Angola). O **segundo artigo** apresenta e explica o processo de criação de um jogo, designado Desafio da água, por estudantes em formação inicial de professores, em Portugal, para ser aplicado no 2.ºCEB através de uma abordagem interdisciplinar entre a Matemática e as Ciências.

decision on publication rests with the editorial board, based on the reviewers' reports. This editorial process ensures that each article published in Section 1 and Section 2 can make a significant contribution to the scientific community. Editors and reviewers work to ensure that **APEduC Journal** is a publication of excellence and a reference in the dissemination of research and educational practices in the teaching and dissemination of Science, Mathematics and Technology.

In this issue of **APEduC Journal**, there is a strong emphasis on the role that artificial intelligence (AI) can play in Science, Maths and Technology education. This focus is evident in the round table transcribed in Section 3, which outlines a roadmap for dealing with AI in a fruitful and critical way. Other highlights in this issue of **APEduC Journal** are:

In Section 1, Research in Science, Mathematics and Technology Education, two papers are published.

The **first paper** reports on a research in Brazil into the importance of laboratories. The conclusions converge on three points: the need for continuous teacher training, the scarcity of resources for adequate experimentation and the recognition of the benefits of experimentation in contemporary teaching. The **second paper** presents a research which analyses the mention of women and scientists in 7th grade physical chemistry textbooks in Portugal.

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

The **first paper** explains an educational practice on photosynthesis based on watching videos and discussing its effect on the learning of students from a public high school located in the municipality of Humpata (Angola). The **second paper** presents and explains the process of creating a game, called Desafio da água (Water Challenge), by students in initial teacher training in Portugal, to be applied in

O **terceiro artigo** descreve e avalia o desenvolvimento de um projeto, realizado em Portugal, denominado “Conhecer e divulgar a biodiversidade do campus” para conhecer e valorizar a biodiversidade vegetal e reduzir a indiferença às plantas de estudantes do ensino superior que serão futuros professores e educadores. O **quarto artigo** compartilha a experiência no curso de Licenciatura em Matemática numa instituição de ensino superior do Brasil, para desenvolver, implementar e avaliar uma WebQuest sobre Poliedros. O **quinto artigo** relata uma análise sobre o modo como a interdisciplinaridade presente nos Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) desenvolvidos por professores em formação inicial contribuem para a transformação da prática docente no contexto brasileiro. No **sexto artigo** identifica-se e descreve-se as características das práticas epistémicas dos alunos de 9º ano e do seu envolvimento produtivo, durante o uso de simulações computacionais em aulas de física e química numa escola portuguesa.

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 que explorou o potencial do *ChatGPT* para Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. A discussão centrou-se nos contributos de um artigo de autores portugueses para explorar o potencial da **Inteligência Artificial (IA)** para gerar protocolos experimentais de química. A discussão enfatizou a importância da formação de professores para integrar eficazmente a IA nas salas de aula e a evolução do papel dos professores na facilitação da aprendizagem dos alunos. O futuro da IA na educação foi concebido como uma experiência de aprendizagem personalizada, mas também foram enfatizados o potencial de utilização indevida e as considerações éticas.

Na **Secção 4** continuamos com a política editorial de publicarmos pequenas descrições de

the 2nd grade through an interdisciplinary approach between maths and science. The **third paper** describes and evaluates the development of a project, carried out in Portugal, called ‘Knowing and publicising campus biodiversity’ to learn about and value plant biodiversity and reduce indifference to plants among higher education students who will be future teachers and educators. The **fourth paper** shares the experience of developing, implementing and evaluating a WebQuest on Polyhedra in a Maths degree course at a higher education institution in Brazil. The **fifth paper** analyses how the interdisciplinarity present in Authorial Digital Educational Materials (MADEs) developed by teachers in initial training contributes to the transformation of teaching practice in the Brazilian context. The **sixth paper** identifies and describes the characteristics of 9th grade students' epistemic practices and their productive involvement during the use of computer simulations in physics and chemistry lessons in a Portuguese school.

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 that explored the potential of *ChatGPT* for Science, Maths and Technology Education. The discussion centered on the contributions of a papers by Portuguese authors to explore the potential of **Artificial Intelligence (AI)** to generate experimental chemistry protocols. The discussion emphasized the importance of teacher training to effectively integrate AI into classrooms and the evolving role of teachers in facilitating student learning. The future of AI in education was conceived as a personalized learning experience, but the potential for misuse and ethical considerations were also emphasized.

In **Section 4** we continue with our editorial policy of publishing short descriptions of the

integração de recursos educativos nas práticas pedagógicas.

De Loulé, Portugal, chega-nos uma proposta de utilização do aplicativo *Motion Mapper*, com características de jogo, em turmas de 9º ano de Física. Este aplicativo gera relatórios de progresso para os alunos. De Espanha chega-nos a proposta de uso de um jogo de mesa, designado *Lobo 77*, destinado a desenvolver o sentido numérico e o cálculo mental. De Lisboa, Portugal, chega-nos a proposta de usar o *kit eletrónico ECOBUILD*, um recurso desenvolvido para os alunos medirem e compararem a condutividade térmica de diferentes materiais de construção, promovendo a reflexão sobre o impacto desses materiais na eficiência energética dos edifícios.

Na **Secção 5** deste número damos a palavra a: (a) Mónica Baptista, presidente da direção da Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC, que apresenta a criação de três núcleos regionais da APEduC abrindo uma nova fase na vida da associação; (b) Lúcia Pombo expõe o projeto EDUCITY, sucessivamente premiado, para promover cidades sustentáveis, criando um ambiente inteligente de aprendizagem suportado por uma app móvel, através de percursos educativos pela cidade; (c) Raquel Branquinho apresenta o projeto da noite europeia dos investigadores em contextos rurais de que é mentora; (d) Juan Miguel Belmonte Gómez presta tributo ao francês Guy Brousseau (1933-2023) um influente investigador, matemático e professor na educação matemática, em todo o mundo.

Agradecemos a confiança de todos os intervenientes: autores, revisores, membros do conselho editorial e leitores. Obrigado a todos.

Leia, divulgue e contribua, submetendo o seu trabalho, para fortalecer o impacto e a relevância da APEduC Revista!

integration of educational resources into teaching practices.

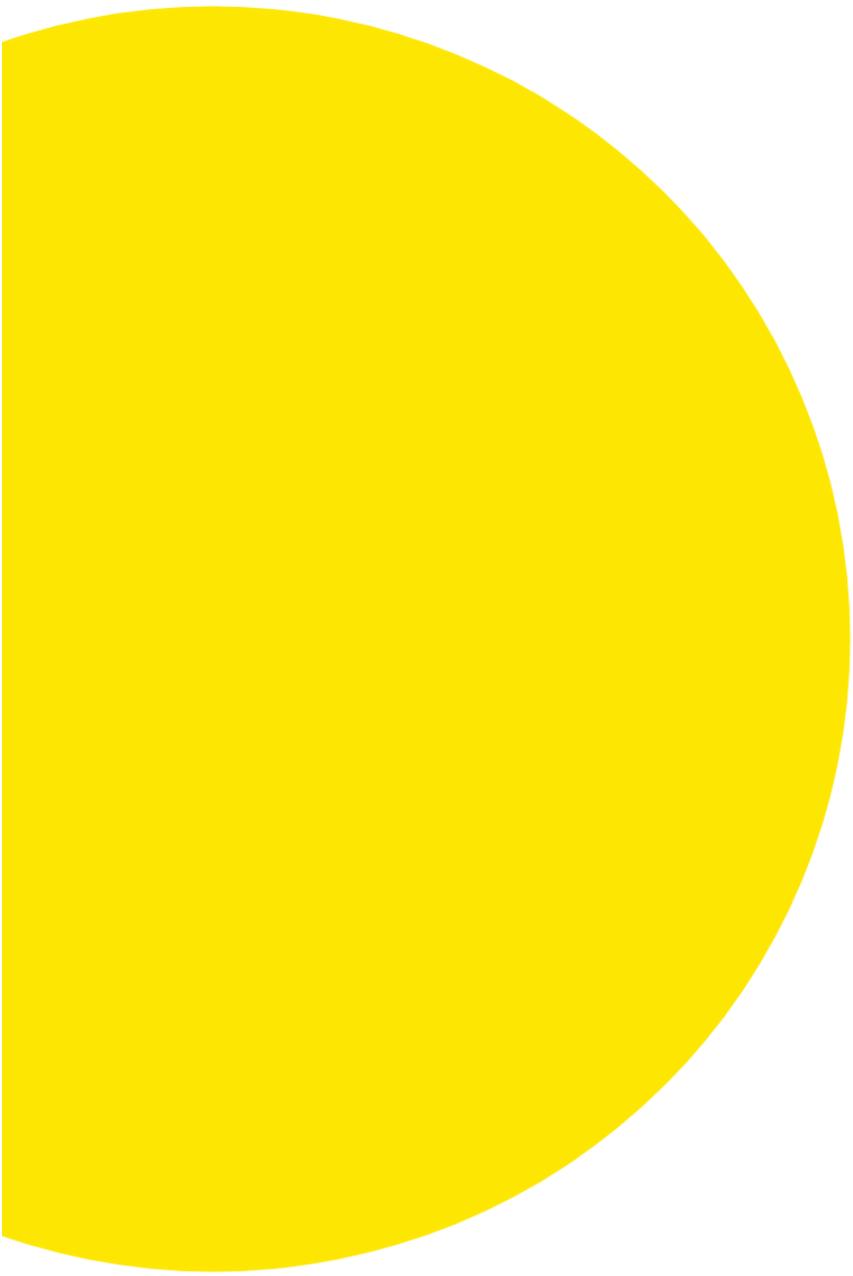
From Loulé, Portugal, comes a proposal to use the *Motion Mapper* application, with game-like features, in 9th grade Physics classes. This application generates progress reports for the students. From Spain comes a proposal to use a board game called *Lobo 77*, designed to develop number sense and mental calculation. From Lisbon, Portugal, comes the proposal to use the *ECOBUILD electronic kit*, a resource developed for students to measure and compare the thermal conductivity of different building materials, promoting reflection on the impact of these materials on the energy efficiency of buildings.

In **Section 5** of this issue, we give the floor to: (a) Mónica Baptista, president of the board of the Portuguese Association for Education in Science - APEduC, who presents the creation of three regional centers of APEduC, opening a new phase in the life of the association; (b) Lúcia Pombo presents the EDUCITY project, which has won successive awards, to promote sustainable cities by creating an intelligent learning environment supported by a mobile app, through educational routes around the city; (c) Raquel Branquinho presents the European Night of Researchers in Rural Contexts project, of which she is a mentor; (d) Juan Miguel Belmonte Gómez pays tribute to Frenchman Guy Brousseau (1933-2023), an influential researcher, mathematician and teacher in maths education around the world.

We appreciate the trust of all those involved: authors, reviewers, members of the editorial board and readers. Thank you all.

Read, share and contribute by submitting your work to strengthen the impact and relevance of APEduC Journal!

J. Bernardino Lopes
Diretor | Editor



INVESTIGAÇÃO EM
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

S1

—

RESEARCH IN SCIENCE,
MATHEMATICS AND
TECHNOLOGY EDUCATION

S1

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

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

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

**O SIGNIFICADO DADO AO LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA PRÉ PANDEMIA**

THE MEANING GIVEN TO THE SCIENCE LABORATORY: A PRE-PANDEMIC BIBLIOGRAPHIC REVIEW

EL SIGNIFICADO DADO AL LABORATORIO DE CIENCIAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ANTES DE
LA PANDEMIA

Luis Gustavo Rodrigues Pinhas¹, Giuliana Mião² & Andréia Silva Abbiati²

¹Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

luis.pinhas@unesp.br; miao.g@ifsp.edu.br; andreia.abbiati@ifsp.edu.br

RESUMO | A falta de laboratórios de ciências nas escolas de ensino básico do Brasil, motivou esta pesquisa. Utilizando o portal de periódicos CAPES e o repositório SUCUPIRA, foram revisados sete trabalhos (três artigos, três dissertações e uma tese). O objetivo foi compilar o que a literatura compreendeu acerca do uso desses laboratórios antes da pandemia e depois da Base Nacional Comum Curricular. As conclusões convergem em três pontos: a necessidade de formação contínua para professores, a escassez de recursos para experimentação adequada e o reconhecimento dos benefícios do ambiente e da experimentação no ensino contemporâneo. Esses resultados ressaltam a importância de investimentos na infraestrutura educacional, bem como na formação e suporte contínuos aos professores, para melhorar a qualidade do ensino de ciências nas escolas de educação básica.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratórios de Ciências; Educação em Ciências; Revisão da Literatura; Educação Básica.

ABSTRACT | The lack of science laboratories in Brazil's basic education schools motivated this research. Using the CAPES journal portal and the SUCUPIRA repository, seven works were reviewed (three articles, three dissertations, and one thesis). The objective was to compile what the literature understood about the use of these laboratories before the pandemic and after the implementation of the National Common Curricular Base. The conclusions converge on three points: the need for continuous teacher training, the scarcity of resources for adequate experimentation, and the recognition of the benefits of the environment and experimentation in contemporary teaching. These results underscore the importance of investments in educational infrastructure, as well as continuous training and support for teachers, to improve the quality of science education in basic education schools.

KEYWORDS Science Laboratories; Science Education; Literature Reviews; Elementary Secondary Education.

RESUMEN | La falta de laboratorios de ciencias en las escuelas de educación básica de Brasil motivó esta investigación. Utilizando el portal de revistas CAPES y el repositorio SUCUPIRA, se revisaron siete trabajos (tres artículos, tres disertaciones y una tesis). El objetivo fue compilar lo que la literatura entendió sobre el uso de estos laboratorios antes de la pandemia y después de la implementación de la Base Nacional Común Curricular. Las conclusiones convergen en tres puntos: la necesidad de formación continua para los profesores, la escasez de recursos para una experimentación adecuada y el reconocimiento de los beneficios del entorno y la experimentación en la enseñanza contemporánea. Estos resultados destacan la importancia de las inversiones en infraestructura educativa, así como en la formación y apoyo continuo a los docentes, para mejorar la calidad de la enseñanza de ciencias en las escuelas de educación básica.

PALABRAS CLAVE: Laboratorios de Ciencias; Educación en Ciencias; Revisiones de Literatura; Educación Primaria y Secundaria.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados de um levantamento da produção científica sobre a compreensão e as conclusões dos professores e educandos acerca do uso dos laboratórios de ciências e sua evolução nas práticas docentes na educação básica do Brasil durante os cinco anos anteriores à pandemia (2015-2020). Embora a intenção inicial fosse produzir um estado da arte, a quantidade limitada de estudos analisados resultou em uma revisão da literatura que adota objetos similares a essa metodologia. As pesquisas denominadas de "estado da arte" ou "estado do conhecimento" constituem uma análise bibliográfica que visa mapear a produção acadêmica de uma determinada área (Honorato et al., 2024). Segundo Honorato et al. (2024) e Romanowski e Ens (2006), esses estudos são fundamentais para identificar as tendências de pesquisa, apontar limitações e avaliar a produção acadêmica em seus respectivos campos. É indispensável para analisar possíveis novas aplicações do conhecimento, bem como acompanhar o desenvolvimento e as transformações das áreas abrangentes, seja nas restrições ou no próprio saber acadêmico, conforme novamente destacado por Romanowski e Ens (2006, p. 39) ao considerar a área de educação:

Estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada.

Este estudo, portanto, visa investigar as áreas de pesquisa e explorar o cenário acadêmico relacionado ao uso dos laboratórios de ciências em escolas de ensino básico brasileiras, com foco na percepção dos alunos e professores a partir das práticas executadas e do acesso ao laboratório de ciências. O objetivo é reunir as conclusões sobre esse ambiente educacional, compilando o que a literatura concluiu sobre o uso desses espaços antes da pandemia, permitindo examinar o que foi investigado, como foi investigado e os obstáculos enfrentados para sua plena integração na educação. Busca-se, assim, proporcionar uma base acadêmica para futuras tomadas de decisão, consolidar o conhecimento existente, evitar a duplicação de esforços de pesquisa e oferecer uma visão mais completa do tema, dentro das limitações do *corpus* analisado.

A delimitação dos anos da pesquisa é derivada da publicação da base nacional comum curricular, ocorrida inicialmente em 2015 e sua implementação progressiva ao longo dos anos seguintes, qual promoveu uma reconfiguração significativa do currículo da educação básica no Brasil (Dieterich, 2023). As mudanças introduzidas pela BNCC visam centralizar o aluno no processo de ensino-aprendizagem (Nicoletti et al., 2021) e promover uma abordagem mais integrada as práticas das ciências da natureza, como tratado pelo Ministério da Educação et al. (2015, p. 321) ao considerar o ensino fundamental:

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

No entanto, a real implementação dessas diretrizes e sua eficácia prática podem variar amplamente em função das condições específicas de cada escola e das percepções dos professores, pois: “a BNCC é um direcionamento do trabalho docente, mas a concretização desse trabalho depende do planejamento e execução das/dos profissionais do ensino de Ciências” (Reis et. al, 2021, pg. 503). Neste contexto, os laboratórios de ciências desempenham um papel fundamental como espaços para a realização de atividades práticas que são essenciais para a compreensão e aplicação dos conceitos científicos. Entender como professores, estudantes e autores percebem e utilizam os laboratórios durante a transição para o novo currículo é fundamental para fornecer insights sobre como as mudanças curriculares vem sendo traduzidas em práticas pedagógicas reais. Além disso, agrupar as percepções permite compreender desafios específicos na utilização dos laboratórios de ciências e o impacto desses no ensino e na aprendizagem. Por fim, entende-se que a pesquisa pode fornecer dados para formuladores de políticas educacionais e gestores, auxiliando na tomada de decisões mais informadas. A revisão da literatura é, portanto, uma ferramenta para entender como as reformas curriculares influenciaram as práticas educacionais, evitando a influência de variáveis externas introduzidas pela crise sanitária (Babinčáková & Bernard, 2024), pois durante a pandemia, as escolas enfrentaram desafios inéditos, como a transição para o ensino virtual e a educação assíncrona, o que poderia distorcer os resultados da investigação sobre o uso destes espaços.

A escolha do tema justifica-se pela notória ausência de acesso dos estudantes brasileiros às aulas laboratoriais, uma lacuna destacada em diversas pesquisas (Rozário et al., 2019) (Lisot & Sabbi, 2017) (Borges, 2002). Este problema não é exclusivo do Brasil, sendo também identificado em outros contextos educacionais, com múltiplas causas, conforme apontado por estudos internacionais (Carvan et al., 2024) (Nzabahimana et al., 2024). Considerando esse cenário, observa-se que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao reformular o currículo nacional, introduziu diretrizes que enfatizam a importância da prática experimental em ciências. O terceiro eixo estruturador da BNCC "propõe estudos sobre processos de construção de modelos científicos, práticas de investigação científica (questões e procedimentos de pesquisa adequadas ao contexto escolar), uso e produção de tecnologias, considerando as especificidades do contexto escolar" (Ministério da Educação et al., 2015, p. 151). Esse direcionamento reforça a necessidade de integrar experiências práticas e metodologias ativas para consolidar o aprendizado teórico (Motta et al., 2024). Assim, conclui-se que a BNCC promove um reconhecimento explícito da experimentação como uma prática educativa essencial, que deve ser incorporada de forma sistemática nas práticas pedagógicas. Espera-se que, com sua implementação ao longo dos anos, tenha havido uma valorização crescente dos laboratórios de ciências nas escolas de educação básica, que se reflete na publicação de conclusões acerca das práticas. Essas conclusões podem ser verificadas, juntamente com os desafios enfrentados pelos docentes para sua universalização, conforme o escopo aqui delineado, valendo-se da metodologia de levantamento presente em pesquisas do tipo estado da arte.

2. OS ARTIGOS, DISSERTAÇÕES E A TESE

Inicialmente, foi realizado o acesso ao catálogo de teses e dissertações da plataforma CAPES, com o objetivo de promover o levantamento das produções científicas brasileiras relacionadas ao tema em questão. Um procedimento semelhante foi conduzido para os artigos disponíveis no Portal de Periódicos da mesma instituição. Ambos os acessos envolveram a análise

de uma combinação de operadores booleanos e seus resultados, visando verificar a adequação das produções à temática de interesse a partir de seus títulos e descrições. Abaixo, destacamos os resultados obtidos na aplicação desses operadores tanto para os artigos quanto para as teses/dissertações:

Quadro 1 - Resultados da Busca: CAPES e SUCUPIRA

Fonte	Parte do Escrito	Como o termo se apresenta	Operador booleano utilizado	Termos	Resultados
CAPES	Qualquer	Contém	And	Laboratório de ciências/ produção	2096
CAPES	Qualquer	Contém	And	Laboratório de ciências/ acesso	2189
CAPES	Qualquer	É exato	And	Laboratório de ciências/ acesso	32
CAPES	Qualquer	É exato	And	Laboratório de ciências/ escola	42
SUCUPIRA	Qualquer	Qualquer	And	Acesso/ laboratório de ciências	347
SUCUPIRA	Qualquer	Qualquer	And	Laboratório de ciências/ escola/ fácil acesso	163
SUCUPIRA	Qualquer	Qualquer	And	Acesso/ laboratório de ciências/ escola	35

Durante a análise dos resultados dos periódicos, observou-se que o termo "produção" não se adequava completamente à pesquisa, sendo substituído por "acesso", que também não se mostrou satisfatório ao examinar os títulos e resumos. Assim, optou-se por readequá-lo como "escola", o que convergiu coerentemente com a temática. Quanto às teses e dissertações, o termo "escola" foi adicionado juntamente com "fácil acesso", que não se mostrou pertinente aos resultados. Dessa forma, "fácil acesso" foi removido, resultando apenas na utilização do termo "acesso", o que gerou resultados mais alinhados com a temática proposta, também após a análise dos títulos e resumos.

Como anteriormente destacado, a prática experimental é um componente essencial na educação em ciências naturais, sendo fortemente destacada na BNCC. A BNCC, cuja primeira versão foi elaborada em 2015 e que teve sua implementação gradativa, com a aprovação parcial

para a Educação Infantil e Fundamental em 2017 e para o Ensino Médio em 2018 (Dieterich, 2023), trouxe desafios e variações na forma como as escolas, especialmente as estaduais, adaptaram seus currículos. Essa complexidade, que envolve a adoção plena da BNCC, com mais de 99% das redes municipais alinhadas ao documento desde 2019, mas ainda com dificuldades persistentes no Ensino Médio (Dieterich, 2023), pode interferir diretamente nas conclusões sobre o acesso e uso dos laboratórios de ciências.

Diante desse cenário, a delimitação temporal do estudo entre 2015 e 2020 visa captar as primeiras reações e adaptações dos educadores às diretrizes curriculares recém-implementadas, excluindo, portanto, os impactos abruptos causados pela pandemia. A escolha desse intervalo permite uma análise mais clara de como a BNCC influenciou, de fato, as práticas laboratoriais e as percepções dos docentes sobre a utilização desses espaços no ensino de ciências, sem a interferência dos efeitos pandêmicos que poderiam distorcer essa relação.

Após definir o período de análise, refinamos os registros iniciais, excluindo artigos duplicados, com divulgação não autorizada ou relacionados a laboratórios de nível superior. Com isso, os 42 artigos iniciais foram reduzidos a 16 pelo próprio sistema. Em seguida, analisamos os títulos e resumos, considerando a adequação das produções à temática do estudo e descartando aquelas que não se alinhavam ao escopo proposto, resultando em 3 artigos inventariados. Para essa seleção, utilizamos três critérios principais: se havia considerações especificamente sobre o laboratório de ciências ou de disciplinas correlatas, se a prática era fundamentada pelas metodologias ativas conforme o eixo estruturador da BNCC e não somente expositiva e/ou se estavam diretamente ligados à execução experimental ou de seus empecilhos identificados.

No caso das teses e dissertações, removemos os trabalhos com informações incompletas na plataforma Sucupira, restando 26 escritos. Aplicamos os mesmos critérios de análise utilizados para os artigos, eliminando os que fugiam do escopo, o que resultou em 11 trabalhos. Procedemos à leitura dos resumos para avaliar sua pertinência, eliminando também duplicações, e ao final, identificamos 3 dissertações e 1 tese de encontro com o escopo.

Quadro 2 - Informações gerais dos artigos, teses e dissertações inventariadas

Número	Tipo	Título	Ano	Autor (es)	Revista/Instituição	Área Avaliada
1	Artigo	Expectativas de estudantes da educação básica quanto a utilização do laboratório de Ciências	2019	Raquel Tusi Tamiosso, Fabio Mulazzani da Luz, Denise Kriedte da Costa, Aline Grohe Schirmer Pigatto	Thema	Ensino
2	Artigo	Os Desafios na Utilização do Laboratório de Ensino de Ciências pelos professores de Ciências da Natureza	2020	Francisca Helen Cardoso Gonçalves, Ana Carolina Araújo da Silva, Luisa Gomes de Almeida Vilardi	RIS	Ensino

Número	Tipo	Título	Ano	Autor (es)	Revista/Instituição	Área Avaliada
3	Artigo	Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação	2020	Luciana Duarte Martins da Matta, Isabelle Revoredo dos Santos, Stephanny Clarissy da Silva Mendonça, Diego Vinícius Medeiros de Carvalho, Ana Paula Melo da Silveira, Roseane Pereira da Silva	RENBio	Ensino
4	Tese	Laboratório de acesso remoto como facilitador da inclusão de tópicos de física moderna e contemporânea no Ensino Médio	2017	Arquimedes Luciano	UEM	Ensino de ciências e matemática
5	Dissertação	Estudo sobre o uso de novas tecnologias-tics no laboratório de informática: uma metodologia facilitadora para o ensino de ciências	2015	Maria Edna Neres Silva, Carlos Alberto Borges da Silva	UERR	Ensino de ciências
6	Dissertação	Um laboratório de física: do real ao virtual	2016	Márcio José Cordeiro de Sena, Rubens Silva	UFPA	Ensino de física
7	Dissertação	O uso didático de experimentos de baixo custo nas aulas de química do ensino médio nas extensões escolares do município de Itapipoca-CE	2018	Marcelo de Barros Lima, Antônio Carlos Magalhães	UFC	Ensino de ciências e matemática

A escolha das bases para este inventário foi orientada pela busca de produções exclusivamente brasileiras, utilizando, portanto, os repositórios nacionais informados acima. Já o período de análise, de 2015 a 2020, foi selecionado independentemente de a BNCC já ter sido ou não homologada para determinadas etapas de ensino, o que a primeira vista parece causar contradições, visto que em 2018 a BNCC foi oficializada para o ensino médio (Dieterich, 2023) e não daria tempo das publicações de número 4 e 7 tratarem esse reflexos. Essa decisão se justifica

pelo fato de que os textos da BNCC foram sendo construídos e discutidos ao longo do período de tempo analisado, gerando reflexos na sociedade (Dieterich, 2023). Esse processo permitiu que as primeiras impressões e debates acerca da prática experimental e as propostas curriculares surgissem antes mesmo de sua homologação oficial. Dessa forma, foram incluídas publicações que capturam esse momento de discussões, refletindo o desenvolvimento contínuo das propostas curriculares e sua repercussão no contexto educacional, permitindo que analisássemos as impressões no período dessa construção dialógica ao considerar estes escritos.

Com o realizado percebemos a quantidade reduzida de produções analisadas, quais acabam justificando-se pela combinação de fatores que limitam o escopo da pesquisa, nos levando a desistir da produção de um estado da arte e migrar para uma revisão bibliográfica menor orientada por esses princípios. Primeiramente, o foco em uma base nacional e em escritos exclusivamente brasileiros restringe a abrangência do material disponível. Além disso, o estudo direciona-se especificamente para o ambiente escolar e a experimentação científica, áreas que tradicionalmente têm recebido menos atenção na produção acadêmica. A limitação ao contexto educacional e à prática experimental reduz ainda mais o universo de publicações relevantes. Contudo, essa escassez de material não diminui a importância das conclusões a serem obtidas. Pelo contrário, o recente reconhecimento e valorização das práticas experimentais, promovido pela BNCC, enfatiza a relevância do inventário realizado. Este oferece insights valiosos sobre as conclusões dos educandos, educadores e autores na incorporação de metodologias ativas experimentais e o próprio ambiente da experimentação no currículo escolar, permitindo que se convirja as conclusões e os empecilhos observados durante esses primeiros anos de discussão/implementação da base.

Observa-se que a maioria dos artigos se concentra em 2020, enquanto as dissertações e a tese estão distribuídas ao longo do período analisado até 2018. Todas elas foram realizadas por alunos e orientadores em instituições públicas de ensino, sendo duas delas em instituições federais e duas em estaduais (as publicações 6 e 7 e as 4 e 5, respectivamente). A partir da rastreabilidade das dissertações e da tese por suas universidades, podemos avaliar a distribuição geográfica das pesquisas, com a pesquisa 7 realizada no Nordeste, as pesquisas 6 e 5 no Norte, e a pesquisa 4 no Sul, ressaltando a importância de considerar as diversidades regionais no contexto das práticas educacionais. Essa variação indica que as metodologias e abordagens pedagógicas podem refletir as especificidades culturais e socioeconômicas de cada região, oferecendo uma perspectiva mais alinhada as discussões de implementação das práticas alinhadas ao concluído nestas regiões, necessitando de mais estudos para uma possível generalização.

Referindo-se aos artigos, é evidente que os temas abordados pelos periódicos estão todos relacionados ao ensino, e nenhum deles apresentou repetição da temática nos 5 anos. Além disso, não foram identificados autores ou revistas que se repetiram durante o período analisado.

3. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS: ANÁLISE DOS OBJETIVOS, METODOLOGIAS E RESULTADOS DO CORPUS EM ESTUDO

Durante a análise dos dados dos artigos, dissertações e a tese, foram verificados e comparados seus objetivos (3.1.), metodologias adotadas para condução da pesquisa (3.2.) e, principalmente, os resultados consolidados alcançados ao término de sua realização (3.3.). Esse

processo teve como objetivo mapear semelhanças, congruências e divergências entre as abordagens adotadas. A seguir, essas análises estão organizadas em seções.

3.1 Objetivos do *corpus* em estudo

Nenhum dos artigos apresentou objetivos semelhantes ou temáticas similares. No entanto, os estudos 1, 2 e 3 baseiam-se em pesquisas realizadas em escolas estaduais brasileiras.

A única tese tem o objetivo geral investigar um laboratório remoto para o ensino da física, que não está de encontro com as dissertações. Seus objetivos específicos se assemelham aos outros da plataforma SUCUPIRA, como demonstrar a importância de investimentos na área educacional da ciência e no aprimoramento dos docentes. Os trabalhos 6 e 5 convergem ao ensaiar, visar e/ou comprovar a necessidade de aulas laboratoriais, e coincidentemente, essas duas dissertações estão na mesma área de conhecimento delimitada. Além disso, os objetivos da dissertação 7 podem ser comparados com o trabalho 5, pois ambos destacam a promoção de novos estudos sobre aulas laboratoriais.

Algumas tangentes nos objetivos podem ser observadas entre as dissertações/tese e os artigos. Especificamente a pesquisa 7 que complementa o estudo 3, ao buscar compreender a interação laboratório-conhecimento em termos de experimentação didática. E de maneira mais geral converge-se a única tese inventariada e os artigos, ao analisarem parcialmente a significância pedagógica dos laboratórios.

Quadro 3 - Síntese dos objetivos do *corpus* em estudo

Título do Artigo/Tese/Dissertação	Objetivos
1- Expectativas de estudantes de educação básica quanto a utilização do laboratório de Ciências	Apresentar os pareceres e expectativas dos estudantes da faixa do 8º ano até o 3º ano do Ensino Médio relativas à utilização do laboratório de ciências de uma escola privada no interior do Rio Grande do Sul
2- Os desafios na utilização do laboratório de Ensino de Ciências pelos professores de Ciências da Natureza	Compreender o uso, apropriação e funcionamento geral do laboratório de ciências em uma escola estadual do Ceará, analisando as disposições do núcleo gestor e dos professores utilizadores
3- Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação	Analisar a contribuição das aulas experimentais do conteúdo biomolecular como forma válida e de bons resultados para os alunos de uma escola pública estadual
4- Laboratório de acesso remoto como elemento facilitador da inclusão de tópicos da física moderna e contemporânea no ensino médio	Investigar o potencial pedagógico de um laboratório de acesso remoto para o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio

Título do Artigo/Tese/Dissertação	Objetivos
5- Estudo sobre o uso das novas tecnologias-tics no laboratório de informática: uma metodologia facilitadora para o ensino de ciências	Propor uma reflexão sobre a importância das tecnologias educacionais nos laboratórios de informática, assim como possíveis entraves que impedem o seu uso por parte de alguns professores e alunos
6- Um laboratório de física: do real ao virtual	Facilitar o processo de ensino-aprendizagem de física da teoria à prática por meio de experiências e estudos
7- O uso didático de experimentos de baixo custo nas aulas de química do ensino médio nas extensões escolares do município de Itapipoca-CE	Trabalhar conteúdos de química em turmas do 2º ano do ensino médio através de experimentos utilizando materiais de fácil acesso para assim, comprovar ou não, a necessidade de aulas laboratoriais acessíveis

3.2 Metodologias utilizadas pelos autores

No contexto educacional, a adaptação dos conceitos de Bertrand e Fransoo (1980) permite classificar as pesquisas metodológicas em dois tipos principais: empíricas e teóricas. As pesquisas empíricas, segundo os autores, são aquelas baseadas na coleta de dados por meio de observação direta, experimentação ou outros métodos práticos e experimentais. No âmbito educacional, essas pesquisas, por extensão, visariam descobrir e descrever fenômenos educacionais por meio de evidências concretas e observáveis, possibilitando uma análise detalhada das práticas e resultados nas salas de aula.

Por outro lado, as pesquisas teóricas, conforme descrito pelos mesmos autores, concentram-se na compreensão dos fenômenos através de teorias lógicas e modelos matemáticos. Em educação, por extensão, essas pesquisas utilizariam a dedução lógica e o estudo teórico para desenvolver o conhecimento científico. Elas ajudam a construir e aprimorar os fundamentos conceituais que orientam a prática educativa.

Além disso, no contexto educacional, uma pesquisa que descreve o fenômeno ou objeto de estudo sem fazer juízos de valor, recomendações ou sugestões pode ser classificada como descritiva. Essa pesquisa visa apenas descrever o problema, suas causas e suas especificidades, proporcionando uma compreensão detalhada do tema investigado (Bertrand & Fransoo, 1980). Em contraste, a pesquisa normativa foca na prescrição de soluções para as problemáticas identificadas. Ela oferece recomendações ou sugestões para a intervenção, visando resolver problemas ou aprimorar a compreensão geral do tema analisado (Bertrand & Fransoo, 1980). Assim, enquanto a pesquisa descritiva se limita a relatar e analisar o fenômeno de forma objetiva, a pesquisa normativa busca oferecer diretrizes práticas e intervenções baseadas nas conclusões obtidas (Bertrand & Fransoo, 2002).

Considerado estes tópicos podemos classificá-las nas condições expostas. Todas as analisadas são de ordem empírica. Entre elas, as pesquisas 1, 3, 6 e 7 são classificadas como descritivas, pois limitam-se a expor e detalhar os fenômenos estudados, sem incluir recomendações ou intervenções baseadas nos dados obtidos. Elas fornecem uma descrição

objetiva do realizado e as conclusões que podem ser generalizadas, além de problemas encontrados e suas especificidades. Em contraste, as pesquisas 2, 4 e 5 podem ser atribuídas ao escopo de normativas, uma vez que apresentam fortes recomendações e sugestões para a unidade de ensino, para sistema educacional e/ou currículo. Essas pesquisas não apenas descrevem os fenômenos, mas também prescrevem soluções e intervenções práticas capazes de serem generalizadas, visando melhorar ou resolver questões identificadas durante a análise.

Avaliando a tese e as dissertações revela-se reincidência em termos dos instrumentos de coleta de dados utilizados. Observou-se que duas pesquisas, 4 e 5, adotaram uma abordagem qualitativa e que entre esse grupo, três das quatro utilizaram questionários como principal ferramenta de coleta e validação dos dados, indicando uma preferência por este instrumento. Ao analisar os referenciais normativos utilizados nas dissertações e na tese, nota-se reincidência da “Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – 9394/96)” nas pesquisas 6 e 7.

Quanto aos artigos inventariados, vemos a reincidência da pesquisa descritiva qualitativa nos escritos 1,2 e 3, dos quais todos valeram-se de questionários como forma de validação da pesquisa. O 1 e 3 utilizam o educando como meio integrante da metodologia de verificação.

Observa-se que os autores Antônio Tarciso Borges e Patricia Blosser são referências teóricas proeminentes nas publicações 1 e 2, enquanto a BNCC é citada nas 1 e 3, em ambos os casos são utilizados para validação da metodologia, no objeto de pesquisa e/ou na justificativa da importância dos textos no cenário científico. Além disso, nota-se o compartilhamento de publicações, como “Novos rumos para o laboratório escolar” e “Materiais e pesquisa no ensino de física”, entre os estudos 1 e 2. Em contraste, outros escritos apresentam um menor número de referências e não levantam autores ou textos recorrentes como referências teóricas. Isso sugere uma variabilidade na profundidade e na fundamentação teórica entre as diferentes produções, com algumas pesquisas apresentando uma base teórica mais robusta e articulada com a metodologia e o contexto educacional.

Contrastando a tese/dissertações com os artigos, identifica-se a preferência dos pesquisadores em adotar as pesquisas qualitativas, afinal se observa reincidência delas na tese, nos artigos 1 e 2 e em todas as 3 dissertações. Também é visto que o discente é recorrente nas pesquisas em maiores e menores graus de participação, como é observável entre os escritos 1, 3 4, 5, e 7. Outro ponto que é rescindido é a participação de um representante do núcleo gestor com também graus distintos de cooperação, isso entre o 2 e 5, que o examinam como um todo ou apenas uma classe dos membros participantes.

Quadro 4 - Síntese das Metodologias dos estudos em estudo

<i>Título do Artigo/Tese/Dissertação</i>	<i>Metodologia</i>
1- Expectativas de estudantes de educação básica quanto a utilização do laboratório de Ciências	Pesquisa descritiva qualitativa valendo-se de questionários para os estudantes de faixa de ensino do 8º ano até o 3º ano do ensino médio.
2- Os desafios na utilização do laboratório de Ensino de Ciências pelos professores de Ciências da Natureza	Pesquisa descritiva qualitativa utilizando-se de questionários para professores e entrevistas com o núcleo gestor.

<i>Título do Artigo/Tese/Dissertação</i>	<i>Metodologia</i>
3- Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação	Pesquisa analítica quantitativa utilizando-se de questionários digitais para os alunos participantes.
4- Laboratório de acesso remoto como elemento facilitador da inclusão de tópicos da física moderna e contemporânea no ensino médio	Pesquisa de abordagem qualitativa, onde inicialmente foi feita a coleta de dados por meio de questionários de pesquisa para caracterizar os alunos que participaram dessa pesquisa. A coleta de dados foi feita em dois momentos, uma no início para permitir alinhar a realidade dos atores e uma no final para coletar as percepções dos alunos sobre as interações. Foram utilizados dois questionários distintos: o primeiro para objetivar e levantar informações e o segundo para investigar as percepções dos alunos. Ao fim, foi feita a análise de todos os dados coletados para chegar a uma possível conclusão.
5- Estudo sobre o uso das novas tecnologias-tics no laboratório de informática: uma metodologia facilitadora para o ensino de ciências	É uma pesquisa descritiva, explicativa e qualitativa pois faz o uso da descrição e explica determinados fenômenos administrativos e psicossociais de uma sociedade escolar, onde a abordagem do problema e os dados são analisados qualitativamente para que se possa conhecer, constatar e descrever os fenômenos. Para isso, foi usado a técnica dos questionários mistos com questões abertas e fechadas com professores e alunos, com a finalidade de investigar a formação, capacitação e habilidade dos professores em lidar com os programas de laboratórios virtuais.
6- Um laboratório de física: do real ao virtual	Pesquisa-ação quali-quantitativa realizada após a aplicação do produto, com contribuições diversas que visam facilitar o processo de ensino-aprendizagem de física da teoria à prática.
7- O uso didático de experimentos de baixo custo nas aulas de química do ensino médio nas extensões escolares do município de Itapipoca-CE	Este trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, que se constituiu em três experimentos na matéria de química de conteúdos programados no livro didático do aluno. A avaliação foi feita através de dois questionários para os discentes, sendo um antes e outro depois da realização dos experimentos. E após isso, foi feita uma análise para saber o resultado dos questionários.

3.3 Resultados dos estudos em análise

Analisando os resultados dos artigos, das dissertações e da tese, percebe-se que a maioria alcançou os objetivos estabelecidos. No entanto, também são evidentes obstáculos, os quais levaram os pesquisadores a identificar questões problemáticas e parcialmente controversas em relação à natureza de suas pesquisas. Alguns autores identificaram necessidades pedagógicas, instrumentais e de formação continuada.

Quadro 5 - Síntese dos resultados obtidos nos estudos em análise

Título do Artigo/Tese/Dissertação	Resultados
1- Expectativas de estudantes da educação básica quanto a utilização do laboratório de ciências	Evidenciou-se que a partir das análises resultantes das respostas dos discentes, estas apresentadas mostram grande expectativa positiva de acesso e utilização.
2- Os desafios na utilização do laboratório de Ensino de Ciências pelos professores de Ciências da Natureza	O texto conclui que existem algumas dificuldades na infraestrutura da escola, como recursos insuficientes para manter as instalações em pleno funcionamento, incluindo salas e laboratórios. Também sendo mencionado o desafio de construir práticas coletivas com professores de diferentes disciplinas, indicando a possibilidade de problemas na formação continuada
3- Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação	Evidenciou-se que o uso das aulas laboratoriais permitiu um entendimento correto do conteúdo científico, bem como que boa parte dos alunos em prova, assimilaram corretamente as disposições analisadas.
4- Laboratório de acesso remoto como elemento facilitador da inclusão de tópicos da física moderna e contemporânea no ensino médio (Tese)	Aspectos da física moderna são cruciais para a compreensão da estrutura da matéria e suas aplicações em materiais e dispositivos tecnológicos. É essencial que esses conceitos sejam discutidos no contexto escolar. O ensino de física requer novas metodologias e recursos didáticos inovadores para facilitar a compreensão desses temas e aproximá-los da realidade dos alunos. Tecnologias como o laboratório de acesso remoto e a câmara de nuvens são destacadas como ferramentas eficazes no aprimoramento do ensino. Abordagens construcionistas e uma prática docente sensível às diferentes fases de desenvolvimento dos alunos também são sugeridas como alternativas promissoras, embora outras metodologias possam igualmente contribuir para o ensino da física moderna.
5- Estudo sobre o uso das novas tecnologias-tics no laboratório de informática: uma metodologia facilitadora para o ensino de ciências	Foi considerado nessa pesquisa que não há um domínio dos professores sobre novas tecnologias e com as formações em geral. E que também há a falta de um local mais adequado com salas amplas com computadores. Conclui-se que todos esses fatores inviabilizam o uso de laboratórios pelos professores e alunos.
6- Um laboratório de física: do real ao virtual	Os resultados foram pautados em pontos positivos e negativos. Foi relatado que após a realização das atividades, comprovaram não só a satisfação com a nova abordagem complementar sobre o assunto ministrado em sala de aula quanto comprovaram o despertar para um novo processo metodológico que requer mudanças qualitativas.

Título do Artigo/Tese/Dissertação	Resultados
7- O uso didático de experimentos de baixo custo nas aulas de química do ensino médio nas extensões escolares do município de Itapipoca-CE	<p>A pesquisa demonstrou que é possível obter um bom rendimento dos alunos em aulas práticas utilizando reagentes alternativos em vez de produtos comprados em lojas de química. Observou-se também um aumento significativo na empolgação dos alunos durante as aulas experimentais, o que contribuiu para a potencialização da aprendizagem. Através das atividades práticas realizadas no laboratório de ciências ou na sala de aula, o professor consegue integrar teoria e prática de forma eficaz, facilitando a compreensão de temas que, quando abordados exclusivamente de maneira teórica, apresentam maior dificuldade para os alunos.</p> <p>A proposta culminou na criação de uma apostila contendo dez (10) experimentos de Química abordando assuntos de Físico-Química e Química Analítica, utilizando reagentes alternativos, como produto do trabalho.</p>

Ao comparar os resultados dos escritos, observam-se semelhanças nas conclusões dos pesquisadores, concentradas em três eixos afirmativos: a necessidade de formação continuada dos docentes, os benefícios das atividades laboratoriais e a falta de recursos para práticas nos laboratórios de ciências, conforme sintetizado no quadro 6. Para validar essas observações, foram selecionados trechos representativos de todas as investigações, apresentados a adiante, de modo a ilustrar e sustentar as conclusões em cada um desses eixos.

Quadro 6 - Eixos de conclusão X número dos artigos

Necessidade de formação continuada	Ação laboratorial como fator motivacional benéfico	Indicou falta de subsídios para aulas laboratoriais
2, 3, 4, 5 e 6	1,2,3, 4, 6 e 7	2,5 e 7

O eixo “Necessidade de formação continuada” aplica-se nos escritos onde se reconhece a necessidade de um constante aprimoramento dos docentes em relação à sua própria prática, seja na formação, nas mudanças metodológicas ou transformação do próprio processo de construção do conhecimento no ambiente laboratorial. Isso é corroborado por Matta et. al (2020, p. 72):

A escola de hoje necessita de investimentos em internet, na formação continuada de seus docentes, em diferentes práticas educativas e em espaços diferentes que propiciem uma educação com maior significado e contextualizada.

Reconhecido por Gonçalves, Silva e Vilardi (2020, p. 290):

Destarte, atentamos para a realização de formações voltadas à realização de atividades práticas e experimentais. As formações deverão ser realizadas nos horários de planejamento coletivo, momento em que definir-se-á em quais aulas haverá intervenções com as atividades elencadas juntamente com os professores.

Acreditamos que esta pesquisa, assim como a proposta de formação, implica em trazer aspectos de valorização dos planejamentos e de sua profícua execução, incentivando os professores das Ciências da Natureza a refletirem também sobre a sua formação enquanto sujeitos do aprendizado.

Detectado por Luciano (2017, p. 94):

Contudo um laboratório sem a devida orientação metodológica não trará garantia de resultados favoráveis ao aprendizado. Dessa forma, além de o equipamento estar disponível aos professores e alunos, faz-se necessário fornecer adequada formação continuada aos docentes, para que estes estejam devidamente preparados para promover o ensino adequado.'

Tangido por Sena (2016, p. 75):

comprovamos não só a satisfação com a nova abordagem complementar sobre o assunto ministrado na sala de aula, como o despertar para um novo processo metodológico que requer mudanças qualitativas quando se trata de um processo educacional que exige transformações e adequações

E subentendido por Lima (2015, p. 84) ao tratar através da ótica digital do assunto:

há um não domínio das novas tecnologias por parte dos professores; um não domínio da linguagem digital em um sentido mais básico possível e específico com computadores e seus sistemas operacionais.

Além do que foi percebido, também há uma falta de domínio gerado por um despreparo na graduação e nas formações continuadas, em geral.

Da análise realizada verifica-se que de 6 em 7 escritos identificam o laboratório como um fator motivador ou reconhecem que a atividade experimental e/ou o ambiente laboratorial permitem uma construção mais adequada do conhecimento científico-acadêmico. Este eixo é destacado no quadro 6, na coluna "Ação laboratorial como fator motivacional benéfico". Autores como Tamioso et. al (2019, p. 966) percebem que: "os estudantes se mostraram abertos e motivados quanto ao início da utilização do laboratório de ciências.". Gonçalves, Silva e Vilardi (2020, p. 289) reconhecem que, por meio da prática motivadora, o laboratório se mostra benéfico como um elemento incentivador:

Outro aspecto relevante é a respeito do caráter motivacional das atividades propostas a serem realizadas no laboratório de ciências, devendo estas serem incentivadoras, tanto para os alunos, quanto para os professores.

Matta et. al (2020, p. 72) que entende que o desenvolver da sua projeção apresentou tangentes benéficas evidenciáveis:

A aplicação da aula prática nos mostrou que, quando os alunos são avaliados através de questões mais simples, diretas e objetivas, sem contextualização, ou necessidade de

aplicação do conhecimento eles conseguem atingir os objetivos propostos, mas mesmo após a aplicação da aula foi possível verificar que, quando exigida uma reflexão maior, a interpretação de uma situação problema com consequente aplicação do conhecimento, os objetivos não são alcançados como gostaríamos. Isso pode indicar que tais alunos estão sendo mero receptores de informações, talvez utilizando-se da memorização, o que não gera conhecimento de fato, pois eles não conseguem aplicá-lo, nem tampouco relacioná-los. Apesar disso, foi possível perceber um enorme grau de comprometimento com o desenvolvimento da atividade, eles demonstraram a capacidade de discutir a atuação dos reagentes utilizados e os resultados obtidos. Acreditamos com isso termos estimulado em tais estudantes o gosto pelo “saber fazer” através da aula experimental, como ainda seus pensamentos científicos.

Luciano (2016, p. 96) que constatou tal necessidade e benefício sobre o tema:

Também verificamos que tal intervenção implicou em boas práticas educacionais. Assim, obtivemos êxito pois promovemos a motivação dos alunos frente à componente curricular física no ensino médio, bem como conseguimos utilizar o laboratório de acesso remoto como um facilitador para o ensino de física moderna e contemporânea nessa etapa.

Compreendido por Sena (2016, p. 75):

Podemos elencar, positivamente, durante a utilização do laboratório virtual, a possibilidade de sair do plano da imaginação para algo visual, tornando conceitos abstratos mais concretos e proporcionando maior benefício cognitivo ao aluno, bem como ainda as rápidas coletas de dados, que permitem discussão de hipóteses e também maior participação do discente tornando a aula mais interativa e dinâmica, destacando-se como importantes benefícios no processo ensino-aprendizagem.

E concordado por Lima (2018, p. 62):

Com a realização desta pesquisa foi possível mostrar que é possível incluir aulas práticas e obter um bom rendimento com os alunos utilizando materiais que fazem parte do dia a dia dos alunos. Além do que foi possível perceber o clima de empolgação dos alunos em ver materiais utilizados na cozinha de suas casas sendo utilizados na aula de Química para explicar conteúdos específicos da disciplina. [...] uso de atividades práticas mesmo utilizando materiais de fácil acesso (alternativo), potencializa a aprendizagem dos alunos. Através de atividades práticas desenvolvidas no laboratório de ciências ou até mesmo na própria sala de aula, o professor consegue associar a dialética teoria/prática, facilitando o entendimento de assuntos que quando trabalhados somente de maneira teórica dificulta a compreensão por parte dos alunos.

Na coluna restante, 3 em 7 estudos entendem que em seus trabalhos evidenciam a falta de insumos e equipamentos para a produção e sucessão metodológica das aulas de modo adequado às suas proposições apresentadas. Estes compreendem a necessidade da adequação do ambiente laboratorial para aplicação e ocorrência coesa de projetos, projeções ou de suas próprias aulas. O que conflita diretamente a expectativas por eles inicialmente objetivadas/pesquisadas, necessidades ou ao núcleo gestor responsável pelo laboratório. Foram ponderadas tais proposições no escrito de Gonçalves, Silva e Vilardi (2020, p 289/290):

A escola em questão pode ser caracterizada antiga, mas mantém em suas instalações materiais e equipamentos que compõem um laboratório de ciências, dentre seus outros ambientes. Isso já é uma premissa para a possibilidade de realização de atividades

experimentais nesse ambiente. Os professores apontaram principalmente obstáculos de cunho estrutural e tempo hábil. [...]

Pelas entrevistas realizadas, verificamos que o núcleo gestor da escola têm empenhado esforços voltados a suprir necessidades estruturais da escola, inclusive dando importância a itens para o laboratório de ciências. Todavia, ainda foram citadas deficiências na estrutura da escola como um todo, as quais tomam o espaço destinado ao referido laboratório como um sala de aula, ainda que em caráter emergencial. Em tempo, a sua disposição inadequada para sala de aula tradicional, provoca insatisfação para o grupo de professores da escola. Também foram colocados pelo núcleo gestor aspectos pertinentes à necessidade de melhorias nos planejamentos, neste caso, os coletivos semanais

Que também foi admitido por Matta et. al (2020, p. 72) em uma citação anterior deste estado:

A escola hoje necessita de investimentos em internet, na formação continuada de seus docentes, em diferentes práticas educativas e em espaços diferentes que propiciem uma educação com maior significado e contextualizada

E corroborado por Lima (2018, p.62):

Embora seja uma ferramenta com grande capacidade de fornecer subsídios necessários para melhorar a aprendizagem dos alunos em ciências como a Química, esse recurso ainda não é utilizado o suficiente nas escolas. Existem alguns fatores que justificam o não uso desta ferramenta, como a inexistência de laboratórios de ciências nas escolas e até mesmo a falta de formação do professor para implementar atividades experimentais em suas aulas.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA REVISÃO DA LITERATURA

Os sete estudos analisados abrangem uma diversidade de temas relacionados ao uso de laboratórios de ciências no contexto educacional brasileiro, com variações principalmente no escopo dos artigos, dissertações e da tese revisados. No entanto, há convergências claras quanto à avaliação da importância dos laboratórios para o ensino das disciplinas científicas e/ou para a adaptação do ensino. Os autores geralmente objetivam e enfatizam a necessidade de aprimoramento dos métodos de ensino, especialmente nas escolas estaduais, e reconhecem a frequente necessidade de investimentos ou adaptação de métodos e materiais. Essa diversidade de abordagens reflete a contínua importância dos laboratórios como ferramentas essenciais para o aprendizado prático e experimental nas ciências. Em síntese, a diversidade temática e de objetivos nas 7 publicações analisadas aparenta refletir um campo em evolução e dinâmico, cuja quantidade de aportes parece não estar saturada, visto a quantidade analisada. No entanto, dada a limitação temporal e de escopo aqui propostas, estudos adicionais devem ser exercidos para extrapolar essas conclusões sobre a saturação ou desenvolvimento do campo como um todo, sendo que o que podemos entender em suma, é que nesse período de tempo, durante a ascensão das primeiras impressões associadas a BNCC, os resultados práticos convergem para atentar a necessidade de formação continuada, para o entendimento da ação laboratorial como fator motivacional benéfico e a falta de subsídios adequados para aulas laboratoriais, cenário qual esperasse mudanças conjuntamente com políticas públicas após 2020.

A dispersão temporal dos estudos analisados, sem uma concentração evidente em um ano específico, sugere que o interesse pelo uso de laboratórios de ciências no contexto educacional brasileiro não se intensificou uniformemente. A análise dos estudos não revelou evidências claras de uma correlação direta entre a implementação da BNCC e um aumento no interesse por laboratórios de ciências. Embora a BNCC tenha sido referencial em 2 dos 7 escritos revisados, isso não foi suficiente para sustentar uma tendência definida. Portanto, a ligação entre a BNCC e o interesse pelos laboratórios de ciências permanece incerta, indicando a necessidade de mais pesquisas para avaliar essa relação com maior precisão.

Entretanto, essa ausência de correlação não invalida as conclusões sobre a importância dos laboratórios no contexto educacional. O escopo principal deste artigo foi compilar as conclusões sobre esses espaços, examinando o que foi investigado, como foi investigado e os obstáculos enfrentados para sua plena integração na educação. Essas análises favorecem a consolidação do conhecimento existente, evitam a duplicação de esforços de pesquisa e oferecem uma visão sobre os laboratórios dentro do período estipulado, o que nos guiou a conclusões quase que unânimes dos autores em relação ao ambiente, quais acima foram destacadas.

Com base na análise dos estudos revisados, conclui-se que a amostra utiliza única e exclusivamente verificações empíricas. Essa uniformidade na abordagem implica que os resultados e conclusões obtidos estão baseados em dados coletados e observações diretas, indicando que as questões educacionais relativas ao acesso ao laboratório de ciências e a verificação da aprendizagem, de práticas exitosas e recomendações ocorre fortemente vinculada a contextos específicos, tendo dificuldades para generalização, mas que devido a conclusões convergentes em contextos múltiplos e divergentes nos leva a adotar como fatos os pareceres obtidos. Ressalta-se que devido a limitação de pesquisas de base empírica, seria relevante explorar aspectos teóricos em relação ao ambiente laboratorial, que podem oferecer perspectivas complementares e enriquecer a compreensão global do tema. Deve-se atentar também que a predominância dos instrumentos de coleta qualitativos descritivos, frequentemente apoiados pelo uso de questionários com o núcleo gestor e/ou discentes, revela uma preferência dos pesquisadores por abordagens que focam na compreensão dos fenômenos estudados por meio de processos dialógicos. O que permite a análise das percepções, experiências e contextos dos participantes, facilitando a validação das hipóteses propostas e a confirmação das teorias subjacentes aos estudos, mas que, no entanto, assim como a realização empírica, favorece dúvidas em relação a generalização dos resultados, que como destacado pode ser restrito às especificidades dos ambientes e indivíduos estudados.

Quanto as conclusões obtidas pelos autores, como descrito anteriormente, delineiam áreas cruciais que exigem intervenções estratégicas. A formação contínua dos professores emerge como um ponto central, demandando programas que atualizem habilidades pedagógicas e científicas. Ao mesmo tempo, o *corpus* reconhece que se deve ocorrer a valorização das atividades práticas no laboratório e ressalta sua contribuição fundamental para um aprendizado mais engajado e profundo. No entanto, a persistente falta de recursos adequados representa um desafio significativo, limitando a implementação efetiva dessas práticas nas escolas. Portanto, políticas educacionais e investimentos direcionados são essenciais para fortalecer a formação docente, melhorar a infraestrutura escolar e promover um ensino de Ciências mais eficaz e inclusivo.

A partir dos resultados compilados na seção 3, podemos resumir que antes da pandemia e depois da primeira versão da BNCC, os estudos analisados reconhecem os laboratórios de ciências como essenciais para o desenvolvimento do conhecimento científico acadêmico através do ensino prático e experimental, sendo este fundamental para o alcançar níveis adequados das habilidades curriculares e do próprio conhecimento acadêmico pelos discentes. Os estudos enfatizaram a necessidade premente de investimentos em infraestrutura, materiais adequados e formação contínua dos professores para otimizar o potencial educativo desses espaços. Além disso, destacaram a importância de estratégias pedagógicas que envolvam o espaço e que integrassem as atividades laboratoriais ao currículo escolar, visando aprimorar o engajamento dos alunos e os resultados de aprendizagem.

5. CONCLUSÕES

Este levantamento examinou as linhas de pesquisa e o panorama acadêmico sobre o uso de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras, compilando conclusões sobre esses espaços no contexto pós-BNCC e pré-pandemia. Inicialmente, esperava-se encontrar poucos estudos relevantes, mas descobriu-se um número significativo de pesquisas, evidenciando um considerável interesse pelo tema. No entanto, a escassez de produções pertinentes indica baixa prioridade na pesquisa sobre laboratórios escolares, sugerindo lacunas na estrutura, na formação de professores e na integração das práticas laboratoriais ao currículo. Essa realidade exige uma reflexão crítica, pois os laboratórios são essenciais para contextualizar o aprendizado e promover o conhecimento científico, conforme enfatizado pela BNCC.

Predomina-se nas pesquisas as metodologias empíricas com abordagens qualitativas, que oferecem uma visão detalhada das percepções dos participantes, mas limitam a generalização dos resultados. Ampliar a variedade metodológica poderia enriquecer as conclusões e proporcionar uma compreensão mais abrangente do papel dos laboratórios no ensino básico. As lacunas identificadas e o foco em escolas públicas ressaltam a necessidade de fortalecer os laboratórios existentes e investir na formação continuada dos professores.

A diversidade de objetivos e quantidade de publicações no corpus de estudo indica que o campo de pesquisa ainda não está saturado. Embora o número limitado de artigos impeça generalizações amplas, revela lacunas a serem exploradas, como o impacto da BNCC nas práticas experimentais.

Em suma, a qualidade dos laboratórios nas escolas é crucial para o ensino eficaz das ciências. A formação contínua dos educadores é central para promover métodos inovadores e práticas de investigação científica. Este levantamento visa incentivar novas pesquisas e catalisar a implementação efetiva da experimentação em todos os níveis da educação básica, contribuindo para o avanço do ensino de ciências no Brasil.

6. IMPLICAÇÕES

A produção deste estudo é justificada pela necessidade de compreender e analisar quais as conclusões obtidas pelos docentes, discentes e autores acerca do acesso/uso dos laboratórios de ciências nas escolas de ensino básico, especialmente à luz das mudanças introduzidas pela BNCC e antes dos desafios impostos pela pandemia. Compilando o conhecimento disponível ao

longo dos estudos durante o período estipulado, favorecendo a tomada de decisão informada sobre o tema, evitando a duplicação de esforços de pesquisa e oferecendo uma visão do período de tempo para a comunidade acadêmica.

Primeiramente, este estudo revela desafios importantes na infraestrutura e na aplicação prática de laboratórios nas escolas, apontando para a baixa prioridade dada a esse aspecto da educação científica. As análises destacam dificuldades enfrentadas pelas escolas, como a falta de recursos adequados e a necessidade de formação continuada dos professores. Embora essas descobertas ofereçam uma visão crítica do contexto educacional, a aplicação direta desses resultados na formulação de políticas públicas deve ser abordada com cautela, uma vez que os estudos analisados não necessariamente contextualizam suas conclusões dentro das políticas educativas atuais. No entanto, os insights obtidos podem fomentar um debate mais aprofundado sobre a melhoria do ensino de ciências no Brasil e estimular novas pesquisas e intervenções que possam contribuir para um sistema educacional robusto e adaptado às necessidades de desenvolvimento das habilidades científicas.

A pesquisa revelou que, apesar de diversos trabalhos abordarem a temática, a escassez de recursos ainda é um desafio premente, limitando a eficácia das práticas experimentais no ensino de ciências. Ademais, os resultados ressaltam a importância dos laboratórios no engajamento dos alunos e na facilitação de um aprendizado mais profundo e contextualizado, evidenciando a necessidade de políticas públicas que promovam investimentos robustos na infraestrutura educacional e no desenvolvimento profissional dos docentes. Esses compreendidos e compilados contribuem para a literatura ao fornecer uma visão sobre a relevância e os desafios do uso de laboratórios de ciências, destacando a necessidade de ações concretas para melhorar a qualidade do ensino de ciências no contexto brasileiro.

REFERÊNCIAS

- Amestoy, M. B. A., Folmer, I. F., & Machado, G. E. (2021). *BNCC em cenários atuais*. Arco. https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/565/2020/01/BNCC_CenariosAtuais_AMESTOY_Arco_2021.pdf
- Babinčáková, M., & Bernard, P. (2024). Evolution after the Revolution: How Classical and Online School Chemistry Teaching Has Changed during the COVID-19 Pandemic? *Journal of Chemical Education*. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.3c00906>
- Bertrand, W. M., & Fransoo, J. C. (1980). Operations management research methodologies using quantitative modeling. *International Journal of Operations & Production Management*. <https://www.emerald.com/insight/publication/issn/0144-3577>
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>
- Carvan, M. J., Hesselbach, R., Hansen, T., Zientek, A., Berg, C., & Petering, D. H. (2024). Bringing Real Inquiry-Based Science to Diverse Secondary Educational Environments: A Virtual Zebrafish Laboratory to Investigate Environmental Health. *Zebrafish*. <https://www-scopus-com.ez87.periodicos.capes.gov.br/record/display.uri?eid=2-s2.0-85190820688&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=685c1494d496996bb309f95719dbc81a&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28lack+AND+access+AND+science+AND+laboratories+AND+school%29&sl=79&sessionSearchId=685c1494d496996bb309f95719dbc81a&relpos=0>

- Dieterich, D., Batista, K., Meroto, M. B. d. N., Alves, R. C. C., & Trentin, T. (2023). Base nacional comum curricular (BNCC) e o atual currículo brasileiro pós pandemia. *Revista Ilustração*. <https://journal.editorailustracao.com.br/index.php/ilustracao/article/view/158>
- Gonçalves, F. H. C., Silva, A. C. A. d., & Vilardi, L. G. d. A. (2020). Os desafios na utilização do laboratório de ensino de ciências pelos professores de ciências da natureza. *Revista Insignare Scientia*. <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11409/7482>
- Honorato, N., Soltiyeva, A., Oliveira, W., Delabrida, S. E., Hamari, J., & Alimanova, M. (2024). Gameful strategies in the education of autistic children. *Smart Learning Environments*. https://link.springer.com/article/10.1186/s40561-024-00309-6?utm_source=getftr&utm_medium=getftr&utm_campaign=getftr_pilot
- Lima, M. d. B. (2018). *O uso didático de experimentos de baixo custo nas aulas de química do ensino médio nas extensões escolares do município de Itapipoca-CE* [Doctoral dissertation, Universidade Federal do Ceará]. Repositorio institucional UFC.
- Lisot, T. A., & Sabbi, L. d. B. C. (2017). Avaliação dos laboratórios de ciências dos colégios estaduais de Quedas do Iguaçu, Paraná. *Revista eletrônica científica inovação e tecnologia*. <https://periodicos.utfr.edu.br/recit/article/view/e-5167/pdf>
- Luciano, A. (2017). *Laboratório de acesso remoto como elemento facilitador da inclusão de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio* [Master's thesis, Universidade Estadual de Maringá]. Repositório institucional da universidade estadual de Maringá. <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4538>
- Matta, L. D. M. d., Santos, I. R. d., Mendonça, S. C. d. S., Carvalho, D. V. M. d., Silveira, A. P. M. d., & Silva, R. P. d. (2020). Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio. *Revista de ensino de biologia*. <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/315>
- Ministério da Educação, UNDIME, CONSED, & Governo Federal. (2015). <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>
- Ministério da Educação. (n.d). Histórico. Base nacional comum curricular. Retrieved April 1, 2024, from <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico>
- Motta, S. R., Araujo, C. S. d., Silva, D. d., Costa, L., & Narciso, R. (2024). A BNCC e a formação de professores para educação infantil: reflexões e diretrizes. *Revista Ilustração*. <https://journal.editorailustracao.com.br/index.php/ilustracao/articl>
- Nicoletti, L. P., Nunes, C. A. R., & Nicoletti, A. G. S. P. (2021). A Base Nacional Comum Curricular e a Educação Básica. *Reunina*. <https://revista.unina.edu.br/index.php/re/article/view/29>
- Nzabahimana, J., Ndiokubwayo, K., & Mugabo, L. R. (2024). Teachers' Experiences with the Use of Virtual Laboratories in the Teaching of Physics in Rwandan Secondary Schools: A Survey Design. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*. <https://www-scopus-com.ez87.periodicos.capes.gov.br/record/display.uri?eid=2-s2.0-85195541982&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=685c1494d496996bb309f95719dbc81a&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28lack+AND+access+AND+science+AND+laboratories+AND+school%29+AND+PUBYEAR+%3E+2018+AND+PUBYEAR+%3C+2025&sl=108&sessionSearchId=685c1494d496996bb309f95719dbc81a&relpos=1>
- Reis, A. A., Azevedo, E. C. A. d., Freguglia, J., & Ribeiro, L. d. S. S. (2021). BNCC e as práticas epistêmicas e científicas nos anos finais do ensino fundamental. *Revista insignare scientia*. <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12143>
- Rodrigues, A. V., & Martins, I. P. (2016). Desenvolvimento de um laboratório de ciências para os primeiros anos de escolaridade. *Interações*. <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8744>
- Romanowski, J. P., & Ens, R. T. (2006). As pesquisas denominadas do "estado da arte" em educação. *Revista Diálogo Educacional*. <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>
- Rozário, N. G. d., Santos, R. d. S., & Cruz, A. H. d. S. (2019). Instrumentação para o ensino de ciências e biologia. *Revista Uniaraguaia*. <https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/893>

- Sena, M. J. C. (2019). *Um laboratório de física* [Doctoral dissertation, Universidade Federal do Pará]. Plataforma Sucupira.
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4349047
- Silva, M. E. N. (2015). *Estudo sobre o uso de novas tecnologias-TICS no laboratório de informática* [Doctoral dissertation, Universidade Estadual de Roraima]. Plataforma Sucupira.
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3582485
- Tamiosso, R. T., Luz, F. M. d., Costa, D. K. d., & Pigatto, A. G. S. (n.d.). *Expectativas de estudantes da educação básica quanto à utilização do laboratório de ciências*. Revista Thema.
<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1584/1369>

**REFERÊNCIA A MULHERES CIENTISTAS – UMA ANÁLISE AOS MANUAIS ESCOLARES
DA DISCIPLINA DE FÍSICO-QUÍMICA DO 7º ANO DO ENSINO BÁSICO**

REFERENCE TO WOMEN SCIENTISTS – AN ANALYSIS OF SCHOOL MANUALS FOR THE PHYSICAL
CHEMISTRY DISCIPLINE OF THE 7TH YEAR OF BASIC EDUCATION

REFERENCIA A CIENTÍFICAS – UN ANÁLISIS DE LOS LIBROS DE TEXTO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE 7º
CURSO DE EDUCACIÓN BÁSICA

Sofia Cardim¹, Ana Fernandes² & Sandra Soares²

¹Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

²Departamento de Física, Faculdade de Ciências, Universidade da Beira Interior, Portugal
sofiacardim@ipb.pt; ana.maia.fernandes@ubi.pt; shsoares@ubi.pt

RESUMO | A escola exerce um papel fundamental na construção da identidade profissional das jovens estudantes relativamente às áreas STEM. Assumindo por base a questão de investigação “Existe sub-representação das mulheres nos manuais escolares da disciplina de Físico-Química do 7º ano?”, a presente investigação tem como objetivo analisar a menção a mulheres e cientistas mulheres nos manuais de Físico-Química do 7º ano do ensino básico, tratando-se de estudo exploratório da fase inicial de uma investigação de maior dimensão. Foram analisados dois manuais disponibilizados pelas editoras, no ano letivo 23/24, seguindo uma metodologia quantitativa, recorrendo à técnica de análise de conteúdo e análise estatística descritiva. Os resultados evidenciam uma total ausência da menção a cientistas mulheres nos manuais analisados, bem como uma sub-representação na maioria das categorias de análise consideradas.

PALAVRAS-CHAVE: Manuais escolares, Mulheres, STEM, Físico-Química.

ABSTRACT | School plays a fundamental role in structuring the professional identity of young female students in STEM areas. Based on the research question “Is there an underrepresentation of women in 7th year Physical Chemistry textbooks?”, this investigation aims to analyse the mention of women and female scientists in 7th-year Physical Chemistry textbooks, being an exploratory study of the initial phase of a larger investigation. Two manuals available by editors were analysed in the 23/24 academic year, following a quantitative methodology using the technique of content analysis and descriptive statistical analysis. The results show a total absence of mention of female scientists in the analysed manuals and underrepresentation in most of the analysis categories considered.

KEYWORDS: School textbooks, Women, STEM, Physics and Chemistry.

RESUMEN | La escuela desempeña un papel fundamental en la construcción de la identidad profesional de las jóvenes estudiantes en áreas STEM. Basándose en la pregunta de investigación “¿Existe una subrepresentación de mujeres en los libros de texto de Física y Química de 7º curso?”, esta investigación tiene como objetivo analizar la mención de mujeres científicas en los libros de texto de Física y Química de 7º curso, siendo un estudio exploratorio de la fase inicial de una investigación más amplia. Se analizaron dos manuales disponibles de editoriales durante el año académico 23/24, siguiendo una metodología cuantitativa que emplea la técnica de análisis de contenido y análisis estadístico descriptivo. Los resultados muestran una ausencia total de mención de científicas en los manuales analizados y una subrepresentación en la mayoría de las categorías de análisis consideradas.

PALABRAS CLAVE: Libros de texto escolares, Mujeres, STEM, Física y Química.

1. INTRODUÇÃO

A escola assume um papel extremamente relevante na construção da identidade profissional dos estudantes, uma vez que, após a socialização primária das crianças, é o maior veículo da construção da sua identidade escolar e, futuramente, profissional. A literatura revela a existência de desequilíbrio na representação feminina em algumas áreas científicas, nomeadamente, nas áreas STEM (do inglês, *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Assumindo por base este pressuposto, o presente artigo encontra-se organizado em seis secções distintas. Assim, nesta primeira secção é realizada uma breve introdução e exposta a organização do mesmo.

Na segunda secção é apresentada a contextualização da importância da representação feminina nos manuais escolares, uma vez que estes representam um suporte ao currículo formal e oculto, constituindo um suporte basilar da transmissão de conhecimento e de comunicação com os estudantes. Através dos manuais escolares, são reforçados valores, crenças, mas também estereótipos, que são construções sociais de uma dada realidade, que podem conduzir, ainda que de forma não intencional, a enviesamentos, na estruturação da identidade pessoal, escolar e profissional dos estudantes.

Da terceira secção consta a explanação do *design* metodológico seguido pelas autoras, pretendendo dar resposta à questão de investigação “Existe sub-representação das mulheres nos manuais escolares da disciplina de Físico-Química do 7º ano de escolaridade do 3º ciclo do ensino básico?”. A partir desta questão de investigação foi definido como objetivo específico “Identificar se existe sub-representação a mulheres e a mulheres cientistas nos manuais do 7º ano de escolaridade de Físico-Química”. Sendo um estudo de carácter exploratório, e constituindo a fase inicial de uma investigação de maior dimensão, foram objeto de análise dois manuais escolares da disciplina de Físico-Química, do 7º ano de escolaridade, de cada uma dos dois maiores grupos editoriais portugueses. A análise metodológica é realizada assumindo um pressuposto quantitativo, recorrendo a técnicas de análise de conteúdo e análise estatística descritiva. Consideraram-se os três domínios temáticos, nomeadamente, Universo, Materiais e Energia, tendo sido estabelecidas como categorias de análise as ilustrações, os problemas e atividades experimentais, os/as cientistas e a tecnologia.

Na quarta secção são apresentados os resultados da investigação, sendo também realizada a respetiva discussão. Os resultados indicam que, de uma maneira geral, existe uma sub-representação feminina nos manuais em análise, na maioria das categorias consideradas, assim como uma completa invisibilidade de mulheres cientistas. Logo, não se trata apenas da questão de uma desajustada desproporcionalidade de menções entre os coletivos feminino e masculino, mas também da invisibilidade de mulheres cientistas.

Como conclusões, as autoras apontam para a continuidade da existência do *gender gap* ao nível da presença de referência a mulheres e mulheres cientistas, nos manuais analisados, não obstante começar a existir sensibilidade para a igualdade de oportunidades e para a construção de um caminho mais equitativo entre homens e mulheres, como preconizado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2030. É ainda destacada a importância da contextualização histórica em cada uma das unidades temáticas, uma vez que esta é fundamental para uma melhor integração dos conteúdos abordados com a realidade e com o período histórico em que se encontram inseridos.

Finalmente, na última secção são apontadas as principais limitações da investigação que recaem sobre o facto de terem constado da análise apenas dois manuais escolares e de não ter sido integrada a análise do contexto das menções ou as características das imagens.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A garantia do acesso a uma educação inclusiva, de qualidade e equitativa, que promova a igualdade de aprendizagem ao longo da vida para todos e para todas, encontra-se materializada nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2030, nomeadamente, no ODS 4 Educação de Qualidade, no que respeita a eliminar as disparidades de género na educação. Por outro lado, o ODS 5 Igualdade de Género, visa preconizar a igualdade de género e empoderar todas as mulheres e raparigas, concretamente no que respeita (não só, mas também) a garantir uma participação plena e efetiva das mulheres e a igualdade de oportunidades de liderança.

A escola exerce um papel fundamental na construção da identidade profissional das jovens estudantes no que diz respeito às áreas STEM (Balbé et al., 2023; Guzzetti & Williams, 1996), pelo que a referência a mulheres, nas mais diversas áreas da ciência, se afigura como fundamental para que as estudantes comecem a ter a perceção das áreas académicas e científicas e das profissões que poderão vir a desenvolver no seu futuro. Assim, a par de uma socialização primária realizada pela família nuclear, e que nem sempre conflui num processo consciente, devidamente estruturado, chegando a ser, em muitos casos, mesmo desajustado, a escola constitui-se como um importante meio de construção (e desconstrução) de estereótipos.

Esta é uma temática que começa a ser cada vez mais estudada, sendo a sua importância percecionada como fundamental em diversas áreas científicas e nas áreas STEM, que têm ainda um demarcado cunho masculinizado, uma vez que as mulheres continuam a ter invisibilidade em diversas áreas científicas (Gadja & Wolowicz, 2022), de entre as quais se destaca a Física e a Química (Lawlor & Niiler, 2020). “Os estereótipos de género são apontados como a principal causa que coíbe as alunas de partilharem as mesmas experiências que os alunos, impedindo-as de atingir o seu pleno potencial nas disciplinas STEM, limitando-lhes o acesso a carreiras académicas” (Fernandes & Cardim, 2018, p. 4).

Esta situação é transversal em diversas geografias e em distintas áreas científicas. Numerosas análises europeias e internacionais confirmam o conteúdo tradicional de género, os preconceitos de género, refletindo uma polarização nos manuais escolares (Gajda & Wolowicz, 2022), mesmo nos manuais que atualmente são utilizados. O manual representando o currículo, o formal e o oculto, constitui um veículo de comunicação com os estudantes. Neste caso o manual escolar, ao reforçar determinados valores, acerca da identidade de género, presentes no currículo oculto, pode contribuir para a acentuação de problemas sociais ou para a sua resolução. Sendo de esperar que os manuais escolares contribuam para a igualdade de género, incluindo a igualdade de oportunidades entre mulheres e homens, combatendo os estereótipos, deverão estes, através das imagens e dos conteúdos, garantir o sucesso do grupo sub-representado, neste caso, o das mulheres (Wang et al., 2023).

A questão da sub-representação de cientistas mulheres nos manuais escolares já se encontra refletida na literatura (Parks, 2020), não obstante, continuarem a existir poucas mulheres representadas nas várias áreas científicas (como cientistas). Efetivamente, a socialização secundária, realizada pelas instituições escolares, revela-se fundamental para a

questão do *role-model* e, neste caso concreto, com o papel desempenhado pela escola, no sentido de tornar o ensino cada vez mais *gender-friendly*, uma vez que permite a observação, concretamente e neste caso a estudantes, de que existem mulheres cientistas e que esse é um papel/profissão que elas poderão assumir no seu futuro escolar, académico e profissional. No contexto da influência dos livros didáticos, é recomendável que haja uma proporção equilibrada de representações de género. Os materiais didáticos devem evitar promover estereótipos de masculinidade e feminilidade, uma vez que tal pode influenciar futuras escolhas de profissões (ou de campos científicos), em alunas e em alunos, limitando de forma subliminar e não intencional a sua capacidade e possibilidade de escolha (Gumilar & Amalia, 2020).

A preferência por determinadas áreas (ou subáreas científicas) pode ser influenciada pela desigual representação de género nos manuais escolares nos mais diversos campos científicos, afetando a perceção dos/as estudantes e, conseqüentemente, as suas escolhas académicas e profissionais (Gumilar, et al., 2022). “Permanecendo a sociedade fortemente estereotipada, a escola, enquanto subsistema social que é, não conseguiu ainda libertar-se das estereotipias de género e continua a reproduzir formas sexistas de pensar, de ser e de estar, tal como outros subsistemas sociais” (Alvarez & Vieira, 2014, p.10).

O facto enunciado nos parágrafos anteriores é particularmente importante se observarmos este *gender gap* precisamente na perspetiva da faixa etária dos 12-13 anos que corresponde, aproximadamente, à entrada das estudantes no 3º ciclo do ensino básico. É nesta idade, segundo a literatura, que as estudantes iniciam a sua não identificação com a ciência, situação que se consolida no ensino secundário. Good et al. (2010) referem ainda que os estereótipos presentes nos manuais de ciências acabam por se refletir nos resultados escolares das raparigas. Não sendo obviamente esta a única causa do *gender gap* na área STEM é, sem dúvida, um aspeto importante que deve merecer alguma reflexão pelos docentes, investigadores da área, as editoras e restantes *stakeholders*.

Por outro lado, e embora esta investigação não se tenha debruçado sobre a análise das imagens em termos qualitativos, muitas vezes o enviesamento de género é explícito no sentido de homens e mulheres estarem representados em imagens, contendo diferentes papéis sociais: as mulheres como donas de casa e mães a tomar conta das crianças, e os homens representados numa situação de liderança (Wang et al., 2023).

Por último, é importante destacar a importância de se ensinar/incluir a história da ciência (Kragh, 1992), com a respetiva menção a mulheres cientistas, uma vez que a ciência tende a ser marcadamente percecionada como um meio masculinizado, o que pode induzir de forma negativa a escolha de profissões relacionadas com a área por alunas, futuras profissionais em áreas científicas.

3. METODOLOGIA

Assumindo por base a questão de investigação “Existe sub-representação das mulheres nos manuais escolares da disciplina de Físico-Química do 7º ano de escolaridade do 3º ciclo do ensino básico?”, é objetivo da presente investigação realizar um estudo exploratório com análise da menção a mulheres e a mulheres cientistas, relativamente aos conteúdos de dois manuais da disciplina e ano de escolaridade mencionados. Tratando-se de um estudo exploratório, o mesmo consta da fase inicial de uma investigação de maior dimensão, que irá abranger todos os manuais

que se encontram em utilização na disciplina de Físico-Química, nos três anos de escolaridade que integram o 3º ciclo do ensino básico. O *design* metodológico seguido na investigação encontra-se definido na figura seguinte (Figura 1).

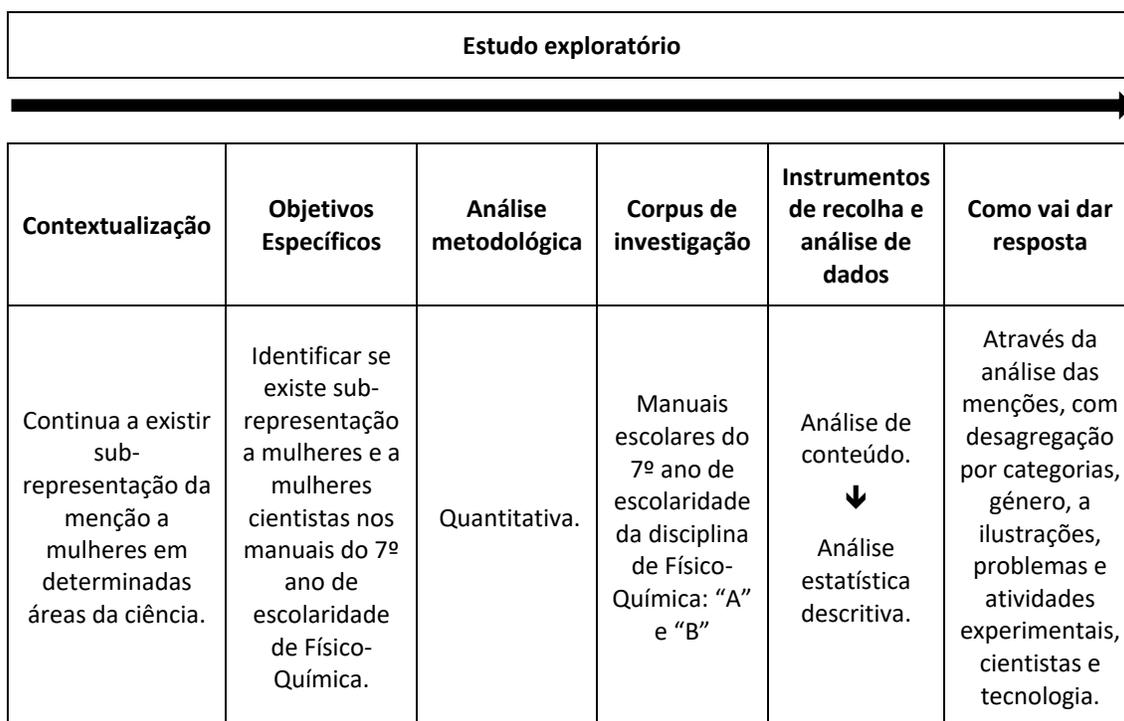


Figura 1 Design metodológico.

Face ao exposto, no presente artigo, o *corpus* da investigação foram dois manuais, doravante designados por "A" e "B", disponibilizados pelas editoras, no ano letivo 2023-2024. O critério de opção por um manual de cada um dos principais grupos editoriais nacionais, teve por base a realização de uma comparação entre ambos. Foi utilizada uma metodologia quantitativa, iniciando-se com análise de conteúdo, com vista à criação das categorias, materializada numa análise descritiva estatística. As categorias de análise foram definidas com recurso à interpretação dos conteúdos. O procedimento quantitativo consistiu no registo de frequências de ocorrências em cada uma das categorias de análise.

Para tal, procedeu-se à análise das ilustrações, das referências a problemas e atividades experimentais, das referências a cientistas e das referências a tecnologia, com desagregação por género, como evidencia a figura seguinte (Figura 2). Os manuais em análise, nesta primeira abordagem exploratória foram dois, um de cada um dos principais grupos editoriais nacionais.

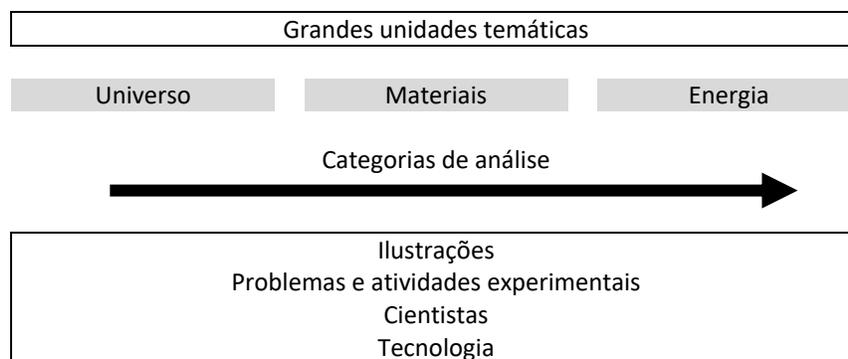


Figura 2 Objeto da análise.

Na secção seguinte descrevem-se os principais resultados obtidos na análise dos manuais escolares selecionados, em função das categorias de análise e com a respetiva desagregação por género. Destaca-se que as imagens que não eram passíveis de análise relativamente à questão do género, foram excluídas da análise. Por último, salientar que apenas foram analisados os manuais principais (versão do aluno) e não os respetivos cadernos de atividades ou outros suportes de apoio, disponibilizados pelas editoras, nas plataformas *on-line*.

4. RESULTADOS

Os principais resultados obtidos na análise dos manuais escolares do 7º ano de escolaridade da disciplina de Físico-Química “A” e “B”, encontram-se organizados da seguinte forma:

- Análise das quatro categorias de análise (ilustrações; problemas e atividades experimentais; cientistas e tecnologia), com desagregação por género, por domínio temático (Universo, Materiais e Energia) e por manual analisado; menções absolutas e relativas.
- Resultados, por manual analisado, à categoria de análise cientistas, com desagregação por género; menções absolutas e relativas.
- Resultados globais por manual analisado, ao conjunto das quatro categorias de análise (ilustrações; problemas e atividades experimentais; cientistas e tecnologia), com desagregação por género, menções absolutas e relativas.

Assim, e na sequência da análise realizada aos manuais, os resultados obtidos evidenciam uma elevada desproporcionalidade nas menções a mulheres vs. homens nas quatro categorias de análise selecionadas, tal como se pode observar na tabela seguinte (Tabela 1), que se refere ao manual “A”.

Tabela 1- Resultados, por categoria de análise, com desagregação por gênero, da análise ao manual “A”, em valor absoluto e em percentagem.

Categorias de análise	Universo				Materiais				Energia			
	M*		H*		M*		H*		M*		H*	
	VA*	%	VA*	%	VA*	%	VA*	%	VA*	%	VA*	%
Ilustrações	1	14%	6	86%	1	20%	4	80%	4	57%	3	43%
Problemas e atividades experimentais	0	0%	2	100%	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%
Cientistas	0	0%	5	100%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%
Tecnologia	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

*Nota: *M=Mulheres; H=Homens; VA=Valor Absoluto.*

Relativamente aos resultados encontrados decorrentes da análise do manual da “B”, destaca-se que, no que concerne ao domínio Universo, existem na totalidade 33 menções, das quais apenas cinco se referem a meninas/mulheres, sendo todas respeitantes à categoria de análise ilustrações. A categoria de análise cientistas agrega nove menções todas elas a elementos do gênero masculino.

No domínio temático Universo foram encontradas apenas duas menções na globalidade, ambas referentes a meninas/mulheres, enquadradas na categoria de análise ilustrações.

Finalmente, no domínio temático Energia, são apresentadas cinco menções, das quais três se referem a meninas/mulheres e se enquadram na categoria de análise ilustrações e as restantes duas, referentes a elementos do gênero masculino, enquadradas na categoria de análise cientistas. Constatase assim, que também no manual da Raiz/Porto Editora não é realizada nenhuma menção a mulheres que tenham desenvolvido a sua atividade profissional como cientistas.

De seguida, apresenta-se o resultado da análise, considerando a agregação da totalidade das menções a meninas/mulheres vs. meninos/homens, para as quatro categorias de análise e para os três domínios temáticos, em cada um dos manuais escolares. O gráfico seguinte (Gráfico 1) refere-se ao manual “A”.

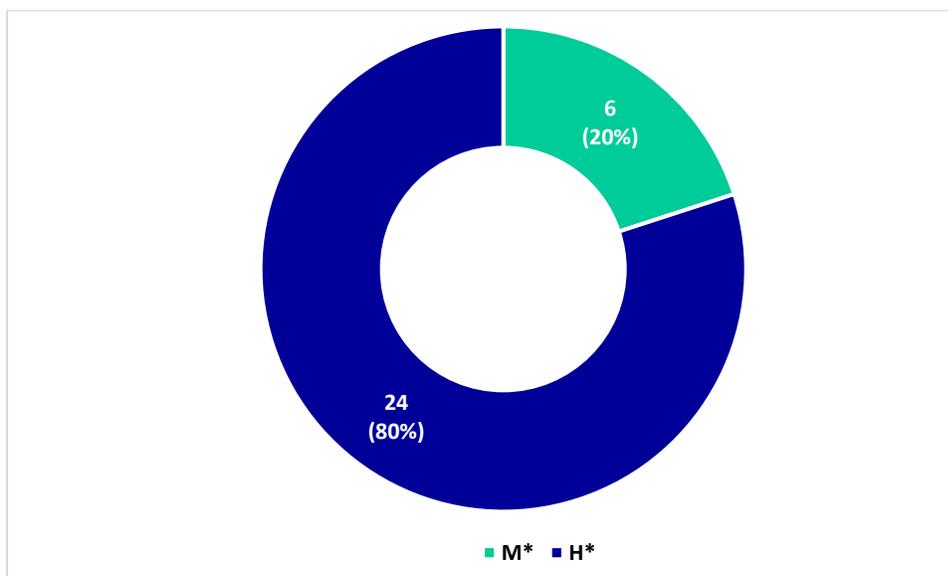


Gráfico 2 Resultados globais das menções, com desagregação por gênero, da análise ao manual “A”, em valor absoluto e em percentagem. Nota: M*=Mulheres; H*=Homens.

A partir da análise do gráfico anterior, referente à globalidade de menções a meninas/mulheres vs. meninos/homens, encontradas no manual da “A”, percebe-se que existe ainda um grande desequilíbrio em termos de gênero, uma vez que existem na globalidade 30 menções, das quais apenas seis (correspondendo a 20%) se referem a elementos do gênero feminino e 24 (correspondendo a 80%), se referem a elementos do gênero masculino.

A análise similar, realizada ao manual “B”, pode ser observada no gráfico seguinte (Gráfico 2), que evidencia resultados não muito distintos dos anteriormente apresentados.

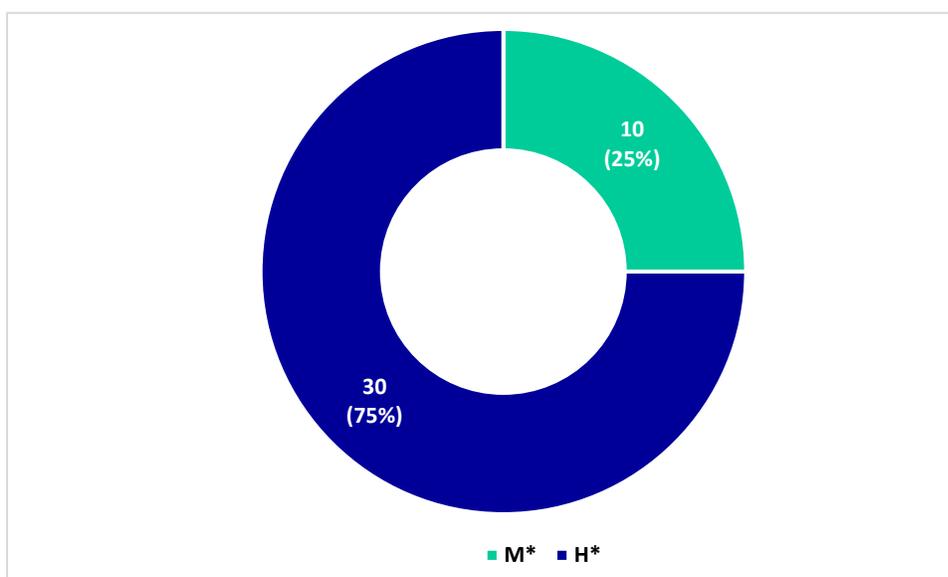


Gráfico 2 Resultados globais das menções, com desagregação por gênero, da análise ao manual “B”, em valor absoluto e em percentagem. Nota: M*=Mulheres; H*=Homens.

Assim, e de acordo com o gráfico anterior percebe-se que no referido manual existem na totalidade 40 menções a meninas/mulheres e a meninos/homens, das quais 30 se referem a elementos do género masculino (representando 75% da totalidade), e apenas 10 se referem a elementos do género feminino (representando 25%), que continua a assumir um padrão desproporcional.

De forma adicional à questão da proporcionalidade das menções, considerando a sua globalidade, importa ainda destacar o facto de que as menções a cientistas serem todas realizadas a homens, o que representa uma omissão ao trabalho realizado pelas mulheres cientistas, ao longo de vários períodos da história e em diversas subáreas, o que aponta para uma invisibilidade do trabalho desenvolvido pelas mesmas. Assim, o gráfico seguinte (Gráfico 3) contém a menção a cientistas, por desagregação de género, nos manuais em análise, que traduz a invisibilidade feminina atrás mencionada.

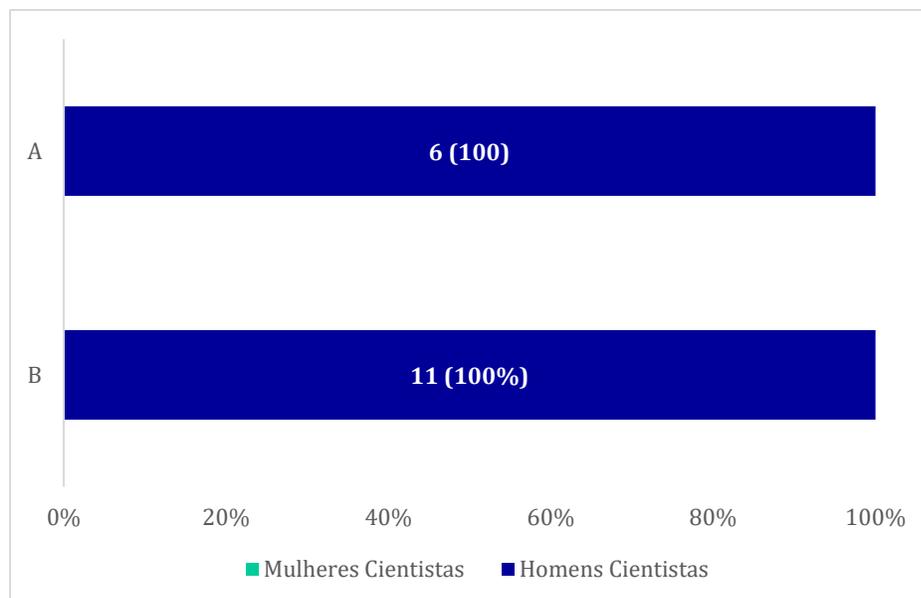


Gráfico 3 Resultados globais das menções a cientistas, com desagregação por género, da análise aos manuais “A” e “B”, em valor absoluto e em percentagem.

5. DISCUSSÃO

Este estudo exploratório confirma a existência de um *gender gap* ao nível da presença de referência a mulheres e mulheres cientistas que se regista em ambos os manuais, e portanto em ambos os grupos editoriais. Analisando todas as categorias, constata-se que a menção a mulheres e a cientistas mulheres continua a ser muito inferior à menção a homens e a cientistas homens (23% de mulheres para 77% de homens). Esta representação desigual entre géneros encontra-se plasmada na literatura por autores como Gumilar e Amalia (2020), Parks (2020), e Gumilar et al., (2022), entre outros, que chamam a atenção para uma dimensão construtora de estereótipos que, ainda que não seja intencional, se acaba por repercutir nas escolhas profissionais de estudantes, essencialmente das alunas, que acabam por se concentrar em determinadas áreas do conhecimento científico, em detrimento de outras, como já referido atrás.

Adicionalmente, não só há menos referências a raparigas e mulheres nas várias categorias que derivaram da análise dos manuais, por exemplo, em contexto de tecnologia ou atividades de lazer, como também nestes dois manuais analisados não existe uma única referência a cientistas mulheres.

Na história da Astronomia, destaca-se a importância de Hypatia, por exemplo, no século IV a.C., como uma mulher à frente no seu tempo que editou a obra de Ptolomeu, ou Caroline Herschel, que conjuntamente com o seu irmão William Herschel descobriu o planeta Urano. Na história contemporânea, Andrea Ghez, laureada com o Prémio Nobel da Física em 2020 contribuiu para a descoberta de um corpo supermassivo no centro da via láctea.

Em Química, não há qualquer referência às primeiras perfumistas, da antiga Babilónia, nem tão pouco a Madame Lavoisier que traduziu diversas obras do marido, sujeito à decapitação pela Revolução Francesa.

Nomes como Erica Cramer, ou Dorothy Hodgkin, conhecidas pelos trabalhos pioneiros na cromatografia gasosa e pela cristalografia de Raios X, e esta última laureada pelo Prémio Nobel da Química em 1964, não são referidos, nem tão pouco a insuspeita Marie Curie (André, 2022).

As autoras não advogam a não referência aos cientistas homens, mas, antes, pretendem chamar a atenção, também, para a importância daquelas mulheres, que de alguma forma são sub-representadas.

6. CONCLUSÕES

Apesar de começar a existir sensibilidade para a igualdade de oportunidades entre mulheres e homens, para se traçar um caminho em direção a um mundo mais equitativo (ODS 2030), existe ainda muito trabalho a ser realizado em direção a uma presença mais equilibrada entre os coletivos feminino e masculino em determinadas áreas científicas, devendo a escola e seus *stakeholders* assumir um papel mais ativo na desconstrução de estereótipos, não descurando a missão didática e transformadora dos manuais escolares.

Sendo este um estudo exploratório, os resultados não correspondem à totalidade dos manuais adotados em Portugal, no 7º ano de escolaridade, constituindo apenas dados preliminares, que fazem parte de um trabalho mais vasto, em progresso, que utiliza uma abordagem com recurso a métodos mistos. Por outro lado, sendo um estudo quantitativo, apresenta as desvantagens e limitações inerentes, já não foi analisado o contexto das menções ou as características das imagens.

7. IMPLICAÇÕES

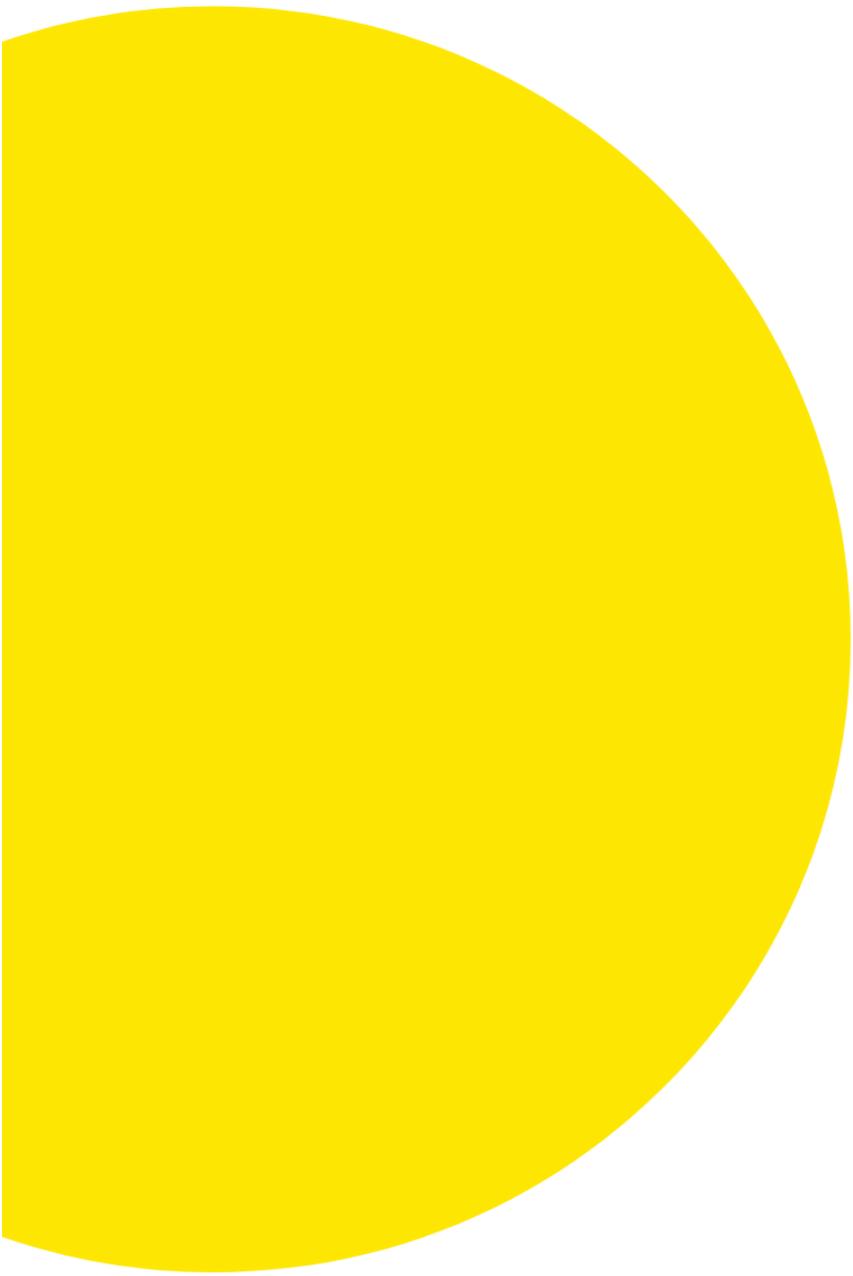
Este estudo permitiu não só há menos referências a raparigas e mulheres nas várias categorias que derivaram da análise dos manuais, por exemplo, em contexto de tecnologia ou atividades de lazer, como também nestes dois manuais analisados não existe uma única referência a cientistas mulheres. São, contudo, inúmeros os casos de mulheres que tiveram um papel preponderante em descobertas científicas importantes, desde a área da Genética, à Física e Matemática até à Computação. Concretamente, na história da Física, nomeadamente no campo da Astronomia, destaca-se a importância de Hypatia, por exemplo, no século IV a.C., como uma

mulher à frente no seu tempo que editou a obra de Ptolomeu, ou Caroline Herschel, que conjuntamente com o seu irmão William Herschel descobriu o planeta Urano. Na história contemporânea, Andrea Ghez, laureada com o Prémio Nobel da Física em 2020 contribuiu para a descoberta de um corpo supermassivo no centro da via láctea. Em Química, não há qualquer referência às primeiras perfumistas, da antiga Babilónia, nem tão pouco a Madame Lavoisier que traduziu diversas obras do marido, sujeito à decapitação pela Revolução Francesa. Nomes como Erica Cramer, ou Dorothy Hodgkin, conhecidas pelos trabalhos pioneiros na cromatografia gasosa e pela cristalografia de Raios X, e esta última laureada pelo Prémio Nobel da Química em 1964, não são referidos, nem tão pouco a insuspeita Marie Curie (André, 2022). As autoras não advogam a não referência aos cientistas homens, mas, antes, pretendem chamar a atenção, também, para a importância daquelas mulheres, que de alguma forma são sub-representadas e poderiam ser incluídas nos manuais escolares de Físico-química do 7º ano.

REFERÊNCIAS

- André, J. P. (2022). *As irmãs de Prometeu*. Gradiva.
- Alvarez, T., & Vieira, C. C. (2014). O papel da educação no caminho que falta percorrer em Portugal na desconstrução dos estereótipos de género: breves reflexões. *Exedra*, 8-17.
- Balbé, A., Botelho, C., & Cabecinhas, R. (2023). Mulheres cientistas? A representação das mulheres na ciência nos livros didáticos de história em Portugal. *Cadernos Pagu*, 67, e236711. <https://doi.org/10.1590/18094449202300670011>.
- Fernandes, I., & Cardim, S. (2018). Percepção de futuros docentes portugueses acerca da sub-representação feminina nas áreas e carreiras científico-tecnológicas. *Educação e Pesquisa*, 44, e183907. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844183907>.
- Gajda, A., & Wolowicz, A. (2022). If Not in Science, Then Where Are the Women? A Content Analysis of School Textbooks. *Education as Change*, 26. <https://doi.org/10.25159/1947-9417/8926>.
- Gumilar, S., & Amalia, I. F. (2020). The Representation of Gender Neutrality in Indonesian Physics Textbooks: A Critical Discourse Analysis. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 5(2), 205–214. <https://doi.org/10.24042/tadris.v5i2.7134>.
- Gumilar, S., Hadianto, D., Amalia, I. F., & Ismail, A. (2022). The portrayal of women in Indonesian national physics textbooks: A textual analysis. *International Journal of Science Education*, 44(3), 416–433. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2032462>.
- Guzzetti, B. J., & Williams, W. O. (1996). Gender, text, and discussion: Examining intellectual safety in the science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 5–20. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199601\)33:1<5::AID-TEA1>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<5::AID-TEA1>3.0.CO;2-Z).
- Kragh, H. (1992). A sense of history: History of science and the teaching of introductory quantum theory. *Science and Education*, 1(4), 349–363. <https://doi.org/10.1007/BF00430962>.
- Lawlor, T. M., & Niiler, T. (2020). Physics Textbooks from 1960–2016: A History of Gender and Racial Bias. *The Physics Teacher*, 58(5), 320–323. <https://doi.org/10.1119/1.5145525>.
- Parks, B. (2020). Why Aren't More Theories Named After Women? Teaching Women's History in Physics. *The Physics Teacher*, 58(6), 377–381. <https://doi.org/10.1119/10.0001830>.
- Rayner-Canham, M., & Rayner-Canham, G. (2001). *Women in Chemistry: Their changing roles from alchemical times to mid-twentieth century*. CHF Publications.
- UNDP. (2015). *What are the Sustainable Development Goals?*. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>.

Wang, Y., Tlili, A., Hosny Saleh Metwally, A., Zhao, J., Li, Z., Shehata, B., & Huang, R. (2023). If images could speak: A social semiotics analysis of gender representation in science textbook images. *Journal of Curriculum Studies*, 55(4), 471–488. <https://doi.org/10.1080/00220272.2023.2228376>.



**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.

**USO DE RECURSOS DIGITAIS NA APRENDIZAGEM DA FOTOSSÍNTESE: DISCUSSÃO
DE UMA ESTRATÉGIA ENVOLVENDO ALUNOS DA 10ª CLASSE EM ANGOLA**

THE USE OF DIGITAL RESOURCES IN LEARNING ABOUT PHOTOSYNTHESIS: THE DISCUSSION OF A
STRATEGY INVOLVING 10TH GRADE STUDENTS FROM ANGOLA

EL USO DE RECURSOS DIGITALES EN EL APRENDIZAJE DE LA FOTOSÍNTESIS: DEBATE SOBRE UNA
ESTRATEGIA CON ALUMNOS DE 10º CURSO EN ANGOLA

Félix Vaile, Betina da Silva Lopes & Maria João Loureiro

Universidade de Aveiro, Portugal

felix.vaile@ua.pt; blopes@ua.pt; mjoao@ua.pt

RESUMO | A fotossíntese constitui um tema central na educação científica. No entanto os alunos têm dificuldades na sua compreensão pelo que é importante optar por atividades diferenciadoras, sobretudo em contextos com menor acesso a recursos laboratoriais. Neste estudo descreve-se uma aula de revisão deste tema a partir do visionamento de vídeos e discute-se o seu efeito ao nível das aprendizagens de 19 alunos de duas turmas da 10ª classe de um liceu público localizado no município da Humpata (Angola). A discussão sustenta-se na análise de documentos produzidos quer pelos alunos, quer pelos professores implicados. Dos resultados emerge a perceção de que a observação dos vídeos permitiu compreender melhor o processo fotossintético. A inclusão da dimensão visual contribuiu para reduzir algumas dificuldades de aprendizagem e potenciar o interesse dos alunos para este tema da Biologia. Tendo em conta os resultados, considera-se que os vídeos podem promover a inovação do ensino da Biologia no contexto angolano.

PALAVRAS-CHAVE: Bioenergética, Países de rendimento médio-baixo, Meios audiovisuais, Estratégia educativa, Ensino secundário.

ABSTRACT | Photosynthesis is a central theme in science education. However, students have difficulty understanding it, so it is important to opt for differentiating activities, especially in contexts with less access to laboratory resources. This study describes the review of this topic based on watching videos and discusses its effect on the learning of 19 students from two 10th grade classes at a public high school located in the municipality of Humpata (Angola). The discussion is based on the analysis of documents produced by both the students and the teachers involved. The results reveal that watching the videos enabled a better understanding of the photosynthetic process. The inclusion of the visual dimension helped to reduce some learning difficulties and boost students' interest in this area of biology. Considering the results, it is considered that the use of videos can promote the innovation of Biology teaching in Angolan contexts.

KEYWORDS: Bioenergetics, Lower-middle income countries, Audiovisual media, Educational strategy, Secondary education.

RESUMEN | La fotosíntesis es un tema central en la enseñanza de las ciencias. Os estudiantes tienen dificultades para comprenderlo, por lo que es importante optar por actividades diferenciadoras, especialmente en contextos con menor acceso a recursos. Este estudio describe la revisión de este tema a partir del visionado de vídeos y discute su efecto en el aprendizaje de 19 alumnos de dos clases de 10º curso de una escuela secundaria pública del municipio de Humpata (Angola). La discusión se basa en el análisis de documentos elaborados por los alumnos e por los profesores. Los resultados revelan que la visualización de los vídeos permitió una mejor comprensión del proceso fotosintético. La inclusión de la dimensión visual contribuyó a reducir algunas dificultades de aprendizaje y a aumentar el interés de los alumnos por esta área de la biología. De acuerdo con los resultados, se considera que los vídeos pueden promover la innovación en la enseñanza de la biología en el contexto angoleño.

PALABRAS CLAVE: Bioenergética, Países de renta media-baja, Medios audiovisuales, Estrategia educativa, Enseñanza secundaria.

1. INTRODUÇÃO

A fotossíntese é um processo metabólico central no objeto de estudo da Biologia (Campbell & Reece, 2002; National Research Council, 2012) e constitui um conteúdo central nos currículos educativos de nível secundário/pré-universitário em muitos países. Com efeito, o estudo da fotossíntese implica a mobilização de conhecimento dos mais diversos níveis de organização biológica, desde a molécula até à biosfera, bem como de conhecimentos interdisciplinares (Araújo & Pedrosa, 2014). A centralidade deste processo contrasta com as dificuldades de aprendizagem dos alunos que são reportadas na secção seguinte.

Neste artigo descreve-se uma estratégia didática de revisão dos conteúdos abordados do tema da fotossíntese, sustentada no visionamento de vídeos educativos face à inexistência de recursos laboratoriais numa escola em Angola, como recomendado por vários. Realça-se que a estratégia didática foi desenvolvida por três professores no quadro do projeto de doutoramento do primeiro autor em que se procurou promover a inovação no ensino da fotossíntese e a colaboração entre professores (Vaile et al, 2021).

O artigo tem uma fundamentação, a que se segue a apresentação da estratégia didática. Com base na análise de documentos recolhidos, discute-se seguidamente o contributo da estratégia desenvolvida nas aprendizagens de um conjunto de alunos a frequentar o curso de ciências físicas e biológicas, do segundo ciclo do ensino secundário de Angola. Na última secção apresentam-se as principais conclusões e implicações do estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO

Nesta secção, considerando o tema em estudo, apresentam-se algumas dificuldades dos alunos na área da fotossíntese e faz-se uma breve revisão da literatura que sustenta teoricamente a relevância da estratégia de revisão dos conteúdos da fotossíntese apoiada na visualização de vídeos.

Souza e Almeida (2002), assim como Charrier (2006), enfatizam dificuldades na aprendizagem dos conceitos da Bioenergética, nomeadamente dificuldades de identificação dos reagentes e produtos dos processos metabólicos. Os autores indicam também que os alunos apresentam conceções alternativas, como a fotossíntese ser um processo reprodutivo das plantas através do sol (Souza & Almeida, 2002) ou que a função das folhas na fotossíntese é a captação da água (Charrier, 2006). Schneider (2012, citada por Trindade et al, 2016) refere que os alunos consideram que as plantas obtêm o seu alimento através do solo. Em linha com os autores, Santos et al (2019) referem que os alunos não associavam o processo de fotossíntese à alimentação estando esta dependente da absorção da água ou da adubação das plantas.

A falta de recursos e equipamentos nas escolas angolanas, assim como lacunas ao nível da formação do corpo docente (Wafunda, 2017; Lopes et al, 2016), tem dificultado a aprendizagem dos alunos. Vaile et al. (2021) sustentam esta ideia ao afirmar que em Angola a prática pedagógica de muitos professores de ciências, nomeadamente de Biologia, continua baseada num ensino muito transmissivo em que os recursos mais utilizados são o quadro-negro e o giz, sendo poucos ou mesmo inexistentes os recursos educativos complementares, como por exemplo laboratoriais e/ou ferramentas digitais. Também Guthrie (2021) salienta a tendência para um ensino mais transmissivo nos países da África subsaariana, o que pode dificultar as

aprendizagens em ciência(s) em alinhamento com as perspetivas de ensino de ciências que atualmente a comunidade académica defende (Kyle, 2022; Cachapuz, 2022), e que assentam em estratégias centradas no aluno. Este cenário compromete a missão da educação em ciência(s) que atualmente é assumida como sendo crucial não só para futuros especialistas (biólogos), mas também para qualquer cidadão (Barrett, 2017).

Uma das alternativas educativas que permite diversificar o ensino da fotossíntese é o uso de recursos digitais. Segundo Oliveira e Moura (2015), as tecnologias fornecem recursos didáticos adequados às necessidades de cada aluno. Neste sentido, os recursos digitais constituem uma oportunidade para operacionalizar mudanças nas novas formas de aprender (Morais & Paiva, 2010; Coutinho & Lisboa, 2011). Leandro (2020) faz uma revisão da literatura sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no ensino da Biologia indicando que os vídeos, animações e filmes são os recursos mais utilizados tendo em conta a sua fácil exploração em sala de aula e o facto de potenciarem discussões sobre os temas em estudo.

No que respeita ao uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem da fotossíntese, a literatura descreve várias estratégias. Por exemplo, Nascimento (2021) reporta o uso de vídeos seguidos de questionamento, visando a consolidação de conteúdos anteriormente explorados. Ancorando-se em Morán (1995), o autor refere que estes recursos audiovisuais aumentam a curiosidade e a motivação dos alunos para aprofundar o conhecimento sobre o tema abordado. Por sua vez, Trindade et al. (2016) desenvolveram um ambiente virtual de aprendizagem com vários recursos, incluindo vídeo-animações, e referem que estes potenciam formas diversificadas e efetivas de aprendizagem. Segundo Barbosa e Macedo (2016), os vídeos possibilitam observar em alguns minutos a evolução de um fenómeno que poderia levar horas, dias ou anos para acontecer em tempo real. Santos (2018) argumenta na mesma linha, referindo que os recursos digitais, como os vídeo-simuladores, representam virtualmente a fotossíntese o que pode resolver muitos constrangimentos na ausência de laboratórios. Além disso, segundo o autor, e apoiando-se em Heckler et al. (2007), os vídeos permitem ao aluno repetir a observação sempre que desejar, minimizam a complexidade do tema, e auxiliam a apresentação do tema pelo professor. Demirhan, Önder e Besoluk (2014) indicam que os vídeos explorados, assim como outros recursos, podem apoiar na procura de respostas a questões formuladas pelos professores. Simultaneamente pode gerar maior interesse nos alunos pela fotossíntese por facilitar a sua compreensão (Cortelazzo & Lourenço 2019).

3. DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA EDUCATIVA

A fim de preparar a lecionação do subtema “Fotossíntese” do tema “Bioenergética” em duas turmas da 10ª classe de Biologia, foi elaborada uma proposta de plano de unidade temática, envolvendo um conjunto de sete aulas. Este plano de unidade, que pode ser consultado no Anexo 1, foi elaborado colaborativamente pelo primeiro autor deste artigo e duas professoras da mesma escola, procurando a articulação dos conteúdos a serem explorados com os objetivos gerais do 2º ciclo do ensino secundário e os objetivos específicos da 10ª classe de Biologia definidos para o Currículo Angolano (INIDE, 2005; INIDE 2014). A título ilustrativo: na primeira aula foi decidido realizar uma atividade prática de observação macroscópica e microscópica de folhas no sentido de (i) “Realizar experiências e observações que proporcionem a apropriação de conhecimentos sólidos” (Objetivos gerais da disciplina de Biologia para o 2º ciclo, INIDE 2005, p. 10) e (ii) “Referir

a importância da luz no processo fotossintético” (Objetivos específicos da 10ª classe de Biologia, INIDE, 2014, p. 5)

No que respeita à aula de revisão, aula 7, aqui em discussão, optou-se por recorrer ao visionamento de vídeos sobre a fotossíntese e de questionamento previamente planeados, tal como recomendado por Nascimento (2021), entre outros autores, como sintetizado na secção anterior. De acordo com os objetivos de aprendizagem selecionados, foram utilizados sete vídeos da lista *Fotosíntesis*, do canal *HHMI BioInteractive*, disponíveis no YouTube e de acesso livre. Privilegiaram-se vídeos com linguagem acessível para os alunos e curtos (entre 0:59 e 3:24 minutos). Atendendo ao conteúdo da fotossíntese no ensino secundário do segundo ciclo, os professores consideraram essencial que o visionamento dos vídeos levasse os estudantes a compreenderem que as plantas produzem o seu próprio alimento desconstruindo a conceção alternativa que muitos alunos têm, nomeadamente de que as plantas obtêm o seu alimento através do solo (Trindade et al, 2016).

No sentido de concretizar a estratégia foram definidas questões de revisão em grupo pelos três professores (O que é a Fotossíntese? Onde é realizada a fotossíntese a nível microscópico? Quais são os produtos resultantes da fase não diretamente dependente da luz?). Durante a aula de revisão, os alunos visionaram os vídeos e depois responderam, por escrito, às questões de revisão colocadas oralmente pelas duas professoras que dinamizaram a aula. O terceiro professor ficou responsável pela observação não participante da aula e tomada de notas. No final da aula os alunos responderam ainda a uma questão de balanço das aprendizagens (O que aprendeste de novo e o que gostaste particularmente?).

Os três professores foram envolvidos na definição das respetivas respostas modelo para cada questão de revisão, assim como na definição dos respetivos critérios de avaliação das aprendizagens implicadas. Nas Tabela 1 e 2 encontram-se detalhadas as questões de revisão, assim como os respetivos critérios de avaliação das aprendizagens, enquadrados através da resposta modelo. Salienta-se que estas três questões foram validadas por um painel de dois especialistas (um da área de biologia e outro da área da didática da biologia). Duas das questões foram eliminadas do processo de análise por apresentarem formulação deficitária.

Tabela 1 - Primeira questão de revisão e respetiva respostas-modelo que funcionou como referente para definição dos respetivos critérios (C) de avaliação

Questões	Resposta modelo	Critérios de avaliação das aprendizagens
Q.1: O que é a fotossíntese?	A Fotossíntese é um processo celular [C1] dependente da luz solar [C2] que permite a produção de matéria orgânica (energia química) a partir de matéria inorgânica e energia luminosa [C3]. É realizada por seres fotoautotróficos, tais como plantas, algumas bactérias e algas [C4].	C1 – É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo que acontece a nível celular; C2 - É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo que é dependente da luz; C3 - É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo em que há transformação de energia luminosa em energia química/produção de matéria orgânica. C4 – É evidente a noção de existirem diferentes seres vivos que realizam a fotossíntese.

Tabela 2 - Primeira e segunda questões de revisão e respectivas respostas-modelo que funcionaram como referente para definição dos respetivos critérios (C) de avaliação

Questões	Resposta modelo	CrITÉrios de avaliaÇão das aprendizagens
Q.2: Onde é realizada a fotossíntese a nível microscópico?	As células das folhas [C1] possuem uma grande quantidade de cloroplastos [C2], organelo onde é realizado a fotossíntese.	C1 – É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo que acontece a nível celular; C2 - É evidente a noção da fotossíntese ocorrer dentro de uma estrutura celular específica/organelo, designadamente o cloroplasto.
Q.3: Quais são os produtos da fase não dependente da luz da fotossíntese?	Os produtos resultantes da fase não diretamente dependente da luz são glúcidos [C1], ADP [C2] e NADP [C3].	C1 – É evidente a noção de que os glúcidos são um produto da fase não diretamente dependente da luz da fotossíntese (composto orgânico 1); C2 - É evidente a noção de que o ADP é um produto da fase não diretamente dependente da luz da fotossíntese (composto orgânico 2); C3 - É evidente a noção de que o NADP é um produto da fase não diretamente dependente da luz da fotossíntese (composto orgânico 3).

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Nesta secção é apresentado um balanço reflexivo da forma como decorreu a implementação da prática educativa e dos principais resultados obtidos.

Em primeiro lugar, apresenta-se, na Tabela 3, as cinco categorias de mais-valias/aprendizagens que emergiram da análise das respostas dos alunos às duas questões de balanço: 1 - “O que aprendeste de novo? 2 - O que gostaste particularmente?” e que os alunos responderam na aula 7. Pretende-se com esta abordagem valorizar o contributo dos alunos na definição das estratégias didáticas, desconstruindo a perceção de que se deve sustentar todo o processo de desenho de uma estratégia didática apenas na perspetiva do professor (Breganha et al, 2019). Salienta-se que, por dificuldade de compreensão das instruções, os alunos acabaram por elaborar uma resposta única com ambas as ideias presentes (mais-valia e aprendizagens). As duas categorias de ideia-chave que se destacam do acervo de respostas analisadas, nomeadamente pela maior expressão (6 vezes em 15 respostas) foram: (i) a valorização da possibilidade de observar diferentes formas de representar o processo da fotossíntese e (ii) perceber/reforçar a relevância da importância da luz para a biosfera. Realça-se que a resposta de cada aluno poderia incorporar mais do que uma categoria.

Nas Figuras 1 a 3 apresentam-se os resultados decorrentes da análise das respostas escritas dos alunos às três questões de revisão realizadas durante a aula 7, após visionamento dos vídeos. Os resultados são apresentados para ambas as turmas, uma vez que o objetivo não foi comparar os resultados das duas turmas implicadas, mas sim avaliar a estratégia de visionamento de vídeos em si.

Tabela 3 - Categorias de respostas dos alunos por ordem decrescente de expressão e resposta ilustrativa

Categoria de resposta	Resposta ilustrativa (transcrição <i>verbatim</i>)
Valorização da possibilidade de aceder a diferentes ilustrações/representações gráficas do processo metabólico através dos vídeos (6/15 respostas)	“Na verdade, foi a minha primeira vídeo aula, percebi que foi mais proveitoso comparando com as aulas normais”.
Relevância da energia luminosa para a biosfera (6/15 respostas)	“Aprendi que todos seres precisam da radiação solar, para se obter o processo da fotossíntese é necessário a captação de energia solar, nada de bom acontece na ausência da radiação solar. Particularmente gostei de como veio a fonte de energia, sem fonte de energia nada se faz”.
Reconhecimento da relevância da fotossíntese para a biosfera (3/15 respostas)	“Apesar de ser um assunto em que já tinha mínimas noções aprendi hoje que tanto o sol quanto as plantas tem um papel indispensável para a realização da fotossíntese que é um processo muito importante para vida dos seres vivos. Gostei particularmente de entender a colaboração que há entre o sol e a planta, pois sem a planta não haveria fotossíntese, e sem o sol também não. Em fim é como se houvesse uma colaboração e comunicação entre eles.”
Menção a estruturas microscópicas tais como estroma; cloroplastos, ... (2/15 respostas)	“(…), aprendi também que a fotossíntese actua nos cloroplastos ciclo de Calvin como ela ocorre.”
Identificação de reagentes, produtos e reações químicas específicas da fotossíntese (2/15 respostas)	“O que eu aprendi (...) que depois da transformação da energia luminosa em química haverá a formação de carboidratos, componentes vastos como a água e o CO ₂ que são açúcar com 3C (sacarose e amido) (...)”.

No que diz respeito à Q.1 “O que é a fotossíntese? Verifica-se que nenhum dos 19 alunos apresentou uma resposta completa. A maioria das respostas (n=9) apresentava dois dos quatro critérios definidos, seguindo-se respostas que cumpriam apenas um critério. A título ilustrativo transcreve-se uma das respostas mais completas (com três critérios presentes): A fotossíntese é o processo da síntese orgânica a partir da qual os vegetais transformam a energia luminosa em energia química (A2, Prof. L).

Relativamente à Q.2, Figura 2, verifica-se que três alunos conseguiram elaborar uma resposta completa integrando na mesma evidência do cumprimento dos dois critérios. No entanto a maioria dos alunos (n=10) não evidenciou nas suas respostas o cumprimento de qualquer critério. A título ilustrativo transcreve-se uma resposta completa (com os dois critérios evidenciados): O processo fotossintético a nível microscópico é realizado nas folhas e nos cloroplastos (A1, Prof. L).

Por fim, na Q.6 “Quais são os produtos da fase não dependente da luz da fotossíntese?”, Figura 3, verifica-se que a maioria das respostas dos alunos (n=6) não evidencia a presença de qualquer critério. Por sua vez, quatro alunos conseguiram apresentar uma resposta completa, como a que se transcreve de seguida: Os produtos resultantes da fase não dependente da luz são: glícidos, ADP e NADP (A5, Prof. L).

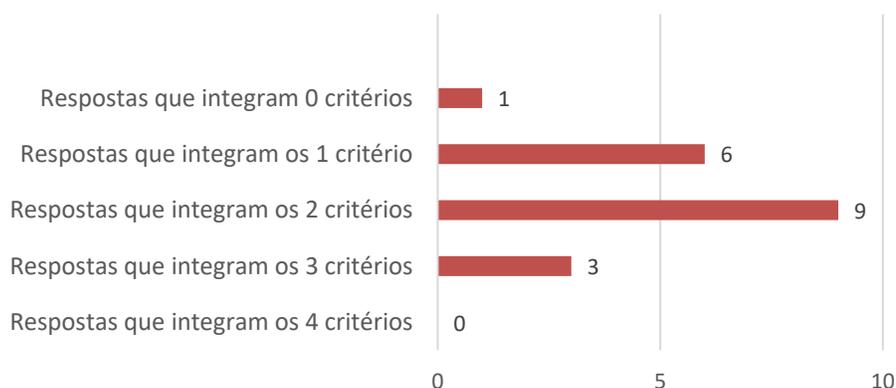


Figura 1 Distribuição das respostas dos alunos à questão de revisão nº 1 por número de acordo com nível de correção (errada – sem nenhuma evidência de cumprimento de critério até resposta completa – evidenciando o cumprimento de todos os quatro critérios de avaliação das aprendizagens definidos)

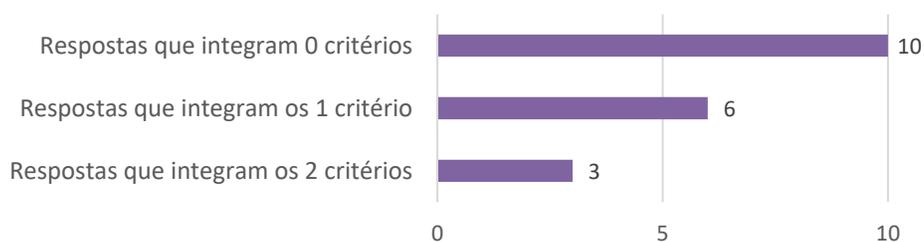


Figura 2 Distribuição das respostas dos alunos à questão de revisão nº 2 por número de acordo com nível de correção (errada – sem nenhuma evidência de cumprimento de critério até resposta completa – evidenciando o cumprimento dos dois critérios de avaliação das aprendizagens definidos)

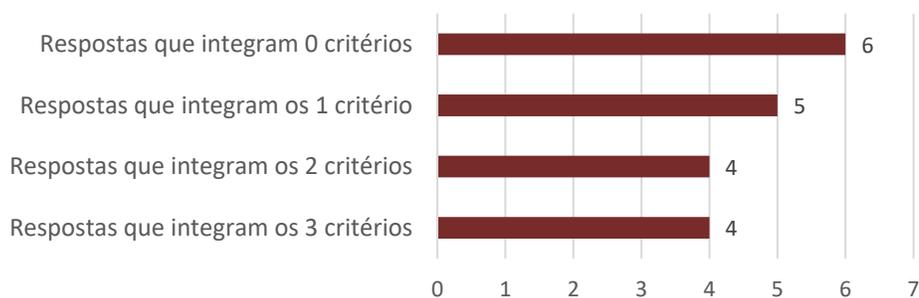


Figura 3 Distribuição das respostas dos alunos à questão de revisão nº 5 por número de acordo com nível de correção (errada – sem nenhuma evidência de cumprimento de critério até resposta completa – evidenciando o cumprimento de todos os critérios de avaliação das aprendizagens definidos).

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A literatura e este estudo demonstram que o uso de vídeos no ensino da fotossíntese constitui uma estratégia que pode beneficiar a exploração de conteúdos. Os vídeos funcionam ainda como alternativa à prática de uma atividade experimental, quando se exploram vídeos e animações de simulação dos fenómenos. Estes recursos, possibilitam, igualmente, aguçar a curiosidade dos alunos para assuntos pouco conhecidos.

Neste relato descreveu-se uma prática educativa em que a revisão dos conteúdos sobre fotossíntese foi feita através da visualização de vídeos, tendo em vista promover uma aprendizagem mais efectiva. Para avaliar o contributo nas aprendizagens analisou-se as respostas dos alunos a três questões de revisão e ainda a duas questões de balanço. Dessa análise emerge a percepção de que com a observação dos vídeos os alunos tiveram a oportunidade de compreender melhor o processo fotossintético, sobretudo pela possibilidade de aceder a diferentes ilustrações/representações gráficas do processo metabólico. A inclusão de uma forte dimensão visual pode ter contribuído para reduzir algumas dificuldades de aprendizagem e potenciar o interesse dos alunos para este tema. Apesar do balanço positivo verificou-se que vários alunos tiveram dificuldades em responder de forma completa às questões. Acresce que dos resultados obtidos parece poder inferir-se que os alunos não apresentavam as dificuldades reportadas na secção 2. Esta leitura é, no entanto, feita de forma cautelosa porque a análise não visava a identificação de concepções alternativas dos alunos, que poderá vir a ser feita no futuro.

Embora não seja esse o foco deste artigo, considera-se que a discussão dos critérios de avaliação entre os três professores foi determinante para uma maior consciencialização deste desafio, pelo que se recomenda a replicação destas práticas noutras escolas, tal como a planificação coletiva sustentada num cruzamento entre o currículo em vigor, a consulta de estudos de investigação em educação e a incorporação de recursos digitais.

Por fim, destaca-se que a sessão de observação de vídeos focados no processo fotossintético foi a primeira de género no Liceu, uma escola em que as estratégias de ensino mais exploradas são expositivas daí o seu carácter inovador neste contexto específico. Partilhar esta conquista pode motivar outros professores a inovar igualmente as suas práticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao coletivo de professoras de Biologia do Liceu envolvido na escola, nomeadamente Professora L. e Professora T, pelo contributo que deram para o desenvolvimento do estudo. Agradece-se ainda à Coordenação do Liceu a autorização para a implementação do estudo, ajudando a concretizar este projeto.

Obrigado a todos vós!

REFERÊNCIAS

Araújo, M. F. F., & Pedrosa, M. A. (2014). Ensinar ciências na perspectiva da sustentabilidade: barreiras e dificuldades reveladas por professores de biologia em formação. *Educar em Revista*, 52, 305-318. <https://www.scielo.br/pdf/er/n52/18.pdf>

- Barbosa, P. & Macedo, M. (2016). Uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino contextualizado de “fotossíntese”: Uma proposta para o ensino médio. *Revista da SBEnBio*, 9, 2244-2255. <https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/VI Enebio/VI Enebio completo.pdf>
- Barrett, A. (2017) Making secondary education relevant for all: reflections on science education in an expanding sub-sector, *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 47(6), 962-978. <https://doi.org/10.1080/03057925.2017.1343127>
- Breganha, G., Lopes, B. & Costa, N. (2018). Using students’ voice towards quality improvement of Angolan secondary physics classes. *Problems of Education in the 21st century*, 76(3), 289-298. <http://oaji.net/articles/2017/457-1529089411.pdf>
- Cachapuz, A. (2022). Educação em Ciências: contributos para a mudança. *Vitruvian Cogitationes, Maringá*, 3(2), 64-80. <https://doi.org/10.4025/rvc.v3i2.65705>
- Campbell, N. & Reece, J. (2002). *Biology*, 6th Edition. Benjamin Cummings.
- Charrier, M., Cañal, P. & Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 401-409. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3790>
- Coutinho, C., & Lisboa, E. (2011). Sociedade da Informação, do Conhecimento e da Aprendizagem: Desafios para Educação no Século XXI. *Revista de Educação*, 18(1), 5-22. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/14854>
- Demirhan, E., Önder, İsmail, & Beşoluk, Şenol. (2014). Brain based biology teaching: Effects on cognitive and affective features and opinions of science teacher trainees. *Journal of Turkish Science Education*, 11(3), 65-78. <https://doi.org/10.36681/>
- Guthrie, G. (2021). *Classroom Change in Sub-Saharan Africa in Foundations Classroom Change in Developing Countries, Volume 2: Synthesis*; Gerard Guthrie. <https://www.researchgate.net/publication/349094827>
- Heckler, V., Saraiva, O. & Filho, O. (2007). Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino aprendizagem de ótica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(2), 267-273. <https://doi.org/10.1590/S0102-47442007000200011>
- INIDE (2005). *Currículo do 2º ciclo do ensino secundário: reforma curricular*. Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento da Educação.
- INIDE (2014). *Programa reajustado de Biologia 10ª, 11ª e 12ª Classes do 2º Ciclo do Ensino Secundário Geral*. Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento da Educação.
- Kyle, W.C. (2022) Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(2), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0018-5>
- Leandro, E. (2020). *O uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no ensino de Biologia*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Brasileiro de Informação em Ciências e Tecnologia]. Repositório aberto da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UEPB. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4023>
- Lopes, B., Costa, N., & Matias, B. (2016). Impact evaluation of two master courses attended by teachers: an exploratory research in Angola. *Problems of Education in the 21st Century*, 74, 49–60. <https://www.scientiasocialis.lt/pec/files/pdf/vol74/49-60.Lopes Vol.74 PEC.pdf>
- Morais, C., & Paiva, J. (2007). Simulação digital e atividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de Fusão e ponto de ebulição” no 7º ano de escolaridade. *Sisifo. Revista de Ciências Da Educação*, 3, 101-112. <http://sisifo.ie.ulisboa.pt/index.php/sisifo/article/view/65>
- Morán, J. (1995). O vídeo na sala de aula. *Revista Comunicação & Educação*, 2, 27-35. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v0i2p27-35>

- Nascimento, P. (2021). *Seqüência de ensino investigativa interdisciplinar sobre fotossíntese*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade Estadual da Paraíba. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4023>
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Oliveira, C., & Moura, P. (2015). TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. *Pedagogia em Ação*, 7(1), 75-95. <https://smtpgw.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019>
- Trindade, K., Rehfeldr, M. & Marchi, R. (2016). Ambiente virtual de aprendizagem: Repaginando antigas práticas pedagógicas. *Revista Tecnologias na Educação*, 8(17), 1-10. <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/REL3-ano8-vol17-dez2016.pdf>
- Santos, R. (2018). *O simulador photolab num espaço de aprendizagem por investigação no desenvolvimento de competências do processo científico*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Leiria] Repositorio Aberto do Politécnico de Leiria. <http://hdl.handle.net/10400.8/3371>
- Santos, A., Santos, M., Mendonça, M., Junior, E. & Fonseca, M. (2019). Investigando concepções alternativas nas aulas de ciências: possibilidades dentro do processo de ensino/aprendizagem. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 31482-31492. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-241>
- Souza, S., & Almeida, M. (2002). A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. *Ciências e Educação*, 8(1), 97-111. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000100008>
- Vaile, F. K. U., Lopes, B. & Loureiro, M. J. (2021). Inovar na Educação em Ciências em Angola: Um estudo exploratório na formação contínua de professores na área da Bioenergetica. *Da Investigação às Práticas: Estudos de Natureza Educacional*, 11(1), 102-122. <https://doi.org/10.25757/invep.v11i1.229>
- Wafunga, H. (2017). Análise das competências profissionais dos professores de Biologia de escolas do I Ciclo do Ensino Secundário da Cidade de Benguela-Angola. [Tese de doutoramento, Universidade de Granada]. Repositório aberto da Universidade de Granada: <http://hdl.handle.net/10481/48230>

Anexo 1. Plano da unidade temática Fotossíntese”

OBJECTIVOS EDUCATIVOS APLICÁVEIS AO TEMA “FOTOSSÍNTESE”
Objetivos Gerais do 2º ciclo do ES (INIDE, 2014, p.10) [1] “Desenvolver o pensamento lógico e abstracto e a capacidade de avaliar a aplicação de modelos científicos na resolução de problemas da vida prática”
Objetivos gerais da disciplina de Biologia para o 2º ciclo (INIDE, 2005, p. 10) [2] “Aprofundar o trabalho de exploração de conteúdos no âmbito da Biologia com o apoio das diferentes áreas científicas” [3] “Interpretar os resultados experimentais obtidos por investigadores na área da Biologia” [4] “Realizar experiências e observações que proporcionem a apropriação de conhecimentos sólidos” [5] “Interpretar modelos, gráficos e diagramas + informação textual” [6] “Consciencializar para a defesa do meio ambiente, espaço de partilha a manter em equilíbrio” [7] “Compreender as implicações do conhecimento biológico sobre os problemas que mais preocupam o Homem e a sociedade” [8] “Desenvolver o espírito de iniciativa, a criatividade e o sentido de responsabilidade” [9] “Incentivar a investigação educacional na área de Biologia, virada para a resolução de problemas actuais” [10] “Desenvolver autonomia e a pesquisa capacitando para a aquisição independente dos conhecimentos”
Objetivos Gerais da 10ª classe de Biologia (INIDE, 2014, p. 5) [11] Conhecer as fontes biológicas produtoras de energias [12] Reconhecer os diferentes níveis de organização biológica (organismo, tecido, célula e biomoléculas).
Objetivos específicos da 10ª classe de Biologia (INIDE, 2014, p. 5 – 6) [13] Referir a constituição do ATP e suas relações com ADP ____ [14] Salientar a importância do ATP a nível celular ____ [15] Reconhecer os processos de produção de energia biológica ____ [16] Enumerar os factores que interferem na actividade fotossintética ____ [17] Referir os pigmentos fotossintéticos ____ [18] Localizar os pigmentos fotossintéticos na estrutura do cloroplasto ____ [19] Interpretar os resultados de experiências sobre fotossíntese ____ [20] Escrever a equação geral da fotossíntese ____ [21] Referir a importância da luz no processo fotossintético ____ [22] Comparar a fotofosforilação cíclica com a fotofosforilação acíclica ____ [23] Identificar reações de oxirredução ____ [24] Mencionar as reações dependentes da luz e reações não dependentes da luz ____ [25] Referir a importância do ATP e do NADPH no ciclo de Calvin ____

Aula	Tema/Conteúdos de acordo com INIDE,	Estratégia & Recursos	Objetivos educativos
1	[Atividade Prática de Introdução ao Tema]	Introdução à Fotossíntese – Importância das Folhas/Plantas/Árvores e Importância da Luz para estas Observação de Folhas ao Microscópio Óptico Composto (M.O.C.)	[1], [2], [4], [6], [8], [9], [11], [12], [20]; [21];
2	Conteúdos do Tema 2 Bioenergética 2.1. Produção do ATP	Aula de exposição teórica sobre “a molécula do ATP” com questionamento oral e apoio de esquemas elaborados no quadro preto com base no manual escolar.	[11], [13], [14],
3	“Bioenergética” 2.2.1 Pigmentos fotossintéticos 2.2.2 Organização dos pigmentos fotossintéticos	Realização de uma atividade prática para separação de Pigmentos Fotossintéticos, nas quais serão os alunos a trazer diferentes folhas de casa. Ao longo da atividade questionamento oral (ex. tipo de plantas utilizadas, ...). Interpretação dos resultados (distribuição de bandas de cores diferentes no papel de filtro) com elaboração de um relatório. Interpretação de um esquema do manual dos cloroplastos – questionamento oral.	[6] [8], [9], [11], [17], [18]
4	2.2.3 Captação de energia luminosa 2.2.4 Reações da Fotossíntese	Aula de exposição teórica com recurso ao questionamento oral e análise de figuras/esquemas do manual e outras fontes - Diálogo com questionamento [sol como fonte de energia fotónica, reagentes e produtos] + Esquema quadro negro	[5], [10], [13], [14], [15], [16], [20]
5	2.2.5. Reações dependentes da luz e não dependente da luz	Aula de exposição teórica com recurso ao questionamento oral e análise de figuras/esquemas do manual e outras fontes	[5], [3], [22], [23], [24]
6	2.2.6. Ciclo de Calvin	Aula de exposição teórica com recurso ao questionamento oral e análise de figuras/esquemas do manual e outras fontes	[5], [10], [21], [22], [25]
7	Revisão dos conteúdos explorados sobre Fotossíntese	Visionamento de um conjunto de vídeos pré-selecionados seguidos de questionamento (cf. Figura 2) Esclarecimento de dúvidas* Balanço da unidade temática através da resposta a duas questões: - “O que aprendeste de novo?” - “O que gostaste particularmente?”	Todos os OE anteriormente elencados e associáveis a esta unidade em particular [8], [10], [11]
Avaliação Sumativa [que metodologicamente funcionou como Pós TESTE]			
* Apesar dos esforços prévios a criação de um espaço de formulação de questões por parte dos alunos não foi proficua não tendo emergido questões conceptuais. Estes fizeram perguntas de rotina e procedimentais. Não sendo o foco deste artigo não podemos deixar de assinalar a importância de se trabalhar a formulação de perguntas, enquanto capacidade, com os alunos.			

DESAFIO DA ÁGUA: UM JOGO DE TABULEIRO PARA EXPLORAR O OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 6 – ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO

WATER CHALLENGE: A BOARD GAME TO EXPLORE THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6 – CLEAN WATER AND SANITATION

DESAFÍO DEL AGUA: UN JUEGO DE MESA PARA EXPLORAR EL OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE 6 - AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

Bento Cavadas, Ana Antunes, Ana Leonardo, Joana Vicente Santos, Mariana Fernandes, Marta Anselmo & Neusa Branco

Instituto Politécnico de Santarém / Escola Superior de Educação, Portugal
bento.cavadas1@gmail.com; 190200101@ese.ipsantarem.pt; 190200073@ese.ipsantarem.pt;
190200043@ese.ipsantarem.pt; 190200130@ese.ipsantarem.pt; 190200046@ese.ipsantarem.pt;
neusa.branco@ese.ipsantarem.pt

RESUMO | Este relato de prática descreve o processo de criação do jogo "Desafio da Água" por estudantes em formação inicial de professores, em colaboração com docentes de didáticas específicas. O jogo foi concebido para alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico, utilizando uma abordagem interdisciplinar entre a Matemática e as Ciências Naturais. Após uma fase inicial de *brainstorming* foram elaborados os materiais e as regras do jogo, que foi posteriormente implementado em turmas do 2.º CEB. Um inquérito foi aplicado aos alunos para avaliar as suas perceções sobre a interação com o jogo e as aprendizagens proporcionadas. Os resultados do inquérito, combinados com as reflexões dos autores do jogo, foram usados para melhorar a versão final. O envolvimento das futuras professoras neste processo favoreceu uma melhor compreensão sobre a gamificação e como estabelecer conexões entre as ciências e a matemática para explorar temáticas relacionadas com a sustentabilidade da água.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Ciências, Gamificação, Matemática, Sustentabilidade.

ABSTRACT | This practice report explains the process of creating the game "Water Challenge," by pre-service teachers, in collaboration with their didactics teachers. The game was designed to be implemented with students of the 2nd cycle of basic education through an interdisciplinary approach between Mathematics and Natural Sciences. Following an initial brainstorming process, the game materials and rules were created. Subsequently, the game was implemented in 2nd cycle classes. A survey was administered to students regarding their perceptions of their interaction with the game and learning. Combined with the reflections of the game authors, the results were used to enhance and create the final version. The involvement of future teachers in the game creation process facilitated their understanding of the gamification approach and how they can leverage connections between science and mathematics to explore topics related to water sustainability.

KEYWORDS: Water, Science, Gamification, Mathematics, Sustainability.

RESUMEN | Este informe de práctica explica el proceso de creación del juego "Desafío del Agua" por parte de profesores en formación, en colaboración con sus profesores de didáctica. El juego fue diseñado para estudiantes del segundo ciclo de la educación básica a través de un enfoque interdisciplinario entre Matemáticas y Ciencias Naturales. Tras un proceso inicial de lluvia de ideas, se crearon los materiales y reglas del juego. Posteriormente, el juego se implementó en clases del segundo ciclo de educación básica. Se administró una encuesta a los estudiantes sobre sus percepciones de su interacción con el juego y su aprendizaje. Los resultados, combinados con las reflexiones de los autores del juego, se utilizaron para mejorar y crear la versión final. La participación de los futuros profesores en el proceso de creación del juego facilitó su comprensión del enfoque de gamificación y cómo pueden aprovechar las conexiones entre ciencia y matemáticas para explorar temas relacionados con la sostenibilidad del agua.

PALABRAS CLAVE: Agua, Ciencias, Gamificación, Matemáticas, Sostenibilidad.

1. INTRODUÇÃO

Este relato de prática apresenta o processo de criação de um jogo de tabuleiro original, designado *Desafio da água (Water challenge)*, num contexto de formação inicial de professores. O jogo foi criado com o intuito de explorar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6: Água potável e saneamento, em aulas de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico (2.º CEB). O jogo foi desenvolvido por estudantes do Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB, da Escola Superior de Educação de Santarém, em colaboração com os docentes de Didática da Matemática e de Didática das Ciências Físicas e Naturais do 2.º ano do curso. Para tal, os docentes das didáticas propuseram às futuras professoras a realização de um trabalho, contextualizado numa abordagem STEAM, no qual tiveram de:

- Aprofundar o conhecimento sobre a sustentabilidade da água (Science) e mobilizá-lo nas tarefas do jogo;
- Mobilizar as técnicas que as ETA e ETAR usam para melhorar a qualidade da água (Technology/Engineering) e integrar conhecimentos desses processos nas tarefas do jogo;
- Criar o *design* do tabuleiro do jogo e dos seus elementos usando diferentes técnicas (Arts);
- Criar tarefas interdisciplinares no jogo para mobilizar conhecimentos de matemática (Mathematics).

Nas secções seguintes apresenta-se a fundamentação, o contexto da proposta de trabalho e descreve-se, em detalhe, a prática educativa realizada, resultados e principais implicações para a formação inicial de professores.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Para os professores que pretendem implementar a aprendizagem baseada em jogos, Chen et al. (2020) referem que devem possuir duas capacidades fundamentais: i) elevada literacia sobre jogos, e ii) experiência em *instrucional design* sobre a aprendizagem baseada em jogos. Nesse sentido, no ano letivo 2023/24, as futuras professoras de matemática e ciências do 2.º CEB foram desafiadas a criar um jogo sobre a temática da água, numa perspetiva interdisciplinar, desenvolvendo, assim, o seu conhecimento pedagógico sobre a abordagem da gamificação.

A gamificação e a aprendizagem baseada em jogos são duas abordagens educativas associadas à utilização de jogos ou dos princípios dos jogos, mas possuem algumas diferenças. A gamificação consiste no uso de jogos e dos seus elementos, como sistemas de pontos, tabelas de classificação, distintivos ou outros, para a consecução de objetivos de aprendizagem. Por seu lado, a aprendizagem baseada em jogos implica conceber atividades de aprendizagem que incorporam algumas características ou princípios dos jogos (University of Waterloo, s.d.). Estas abordagens têm a potencialidade de melhorar o desempenho académico, o envolvimento e a motivação dos alunos (Dahalan et al., 2024). De facto, a meta-análise sobre o uso da aprendizagem baseada em jogos em educação em ciências realizada por Cadiz et al. (2023) também concluiu que é eficaz e que pode ser produtiva para a aprendizagem das ciências. Há também estudos que mostram que a aprendizagem baseada em jogos tem um impacto positivo nos alunos quando estão a aprender matemática (Erşen & Ergül, 2022; Hui & Mahmud, 2023). Os jogos digitais são, frequentemente, utilizados em educação matemática e estão,

maioritariamente, associados à área de aprendizagem dos números e operações (Erşen & Ergül, 2022). A investigação sugere que a aprendizagem baseada em jogos impacta, favoravelmente, o domínio cognitivo (Hui & Mahmud, 2023) e vários aspetos de domínio afetivo (realização, atitude, motivação, interesse e envolvimento) (Hui & Mahmud, 2023; Vankúš, 2021) associados à aprendizagem da matemática.

Em seguida são apresentados alguns exemplos de jogos educativos sobre a água, a nível internacional e nacional, que podem apoiar a tomada de decisão relativamente à escolha do jogo a implementar em sala de aula.

A nível internacional, a plataforma *Water Games*, uma iniciativa conjunta do *International Institute for Applied Systems Analysis* e do *Centre for Systems Solutions*, recolheu e organizou um conjunto de jogos destinados a abordar diferentes temáticas associadas à água. A tabela 1 lista alguns exemplos desses jogos, os quais podem ser úteis para professores e futuros professores interessados nesta abordagem.

Tabela 1 - Exemplos de jogos da plataforma *Water Games* sobre temáticas associadas à água.

Nome do jogo	Descrição
<u>Flood Resilience Game</u>	Trata-se de um jogo que permite aos jogadores experimentar, explorar e aprender sobre o risco de cheias e a resiliência das comunidades que habitam em vales de rios. O jogo ocorre numa comunidade que vive numa zona exposta a inundações que ocorrem com diferentes graus de gravidade. Os jogadores assumem o papel de membros de diferentes grupos de cidadãos (trabalhadores, agricultores, empresários, agentes de serviços financeiros), funcionários da administração local e do conselho da água. O jogo foi concebido para ajudar os participantes - como funcionários de ONG que trabalham em programas centrados nas inundações - a identificar novas políticas e estratégias que melhorem a resiliência às inundações.
<u>Game of Floods</u>	Neste jogo, os participantes têm de gerir o futuro de uma hipotética ilha, designada Marin. A sua principal tarefa é escapar a uma inundação. Os jogadores definem estratégias para proteger as parcelas que escolheram, preocupando-se, constantemente, com o bem-estar e os recursos da comunidade. Têm de considerar a potencial perda ou deterioração de casas, instalações comunitárias, estradas, terrenos agrícolas, praias, zonas húmidas, lagoas e outros recursos.
<u>PIPES (Public Infrastructure Participatory Engagement Simulation)</u>	Este jogo foi concebido para recriar as características essenciais de situações da vida real, destacando os desafios da tomada de decisões e as suas consequências. Os jogadores assumem os papéis de autoridades locais, gestores de infraestruturas e cidadãos, cujas diferentes necessidades criam uma rede complexa de inter-relações. As autoridades, sob a pressão constante dos cidadãos, recolhem recursos através de impostos e decidem depois as despesas orçamentais numa variedade de possíveis sistemas de água.

A nível nacional refere-se o jogo [AquaQuiz](#), desenvolvido pela empresa Águas de Portugal, que se destina a alunos dos 2.º e 3.º Ciclos do Ensino Básico. O jogo pode ocorrer num tabuleiro físico ou digital e inclui perguntas sobre diferentes dimensões associadas à temática da água, organizadas em quatro categorias: Planeta Azul, Aqua Lab, Fábricas de Água e Uso Eficiente. Cada pergunta tem dois níveis de dificuldade e cada participante pode escolher o nível a que pretende dar resposta. As respostas corretas às questões mais difíceis permitem obter mais pontos.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

O trabalho de desenvolvimento do jogo *Desafio da Água* ocorreu em diversos momentos do ano letivo 2023/24. O jogo foi criado colaborativamente por cinco futuras professoras, com o apoio dos docentes da unidade curricular de Didática das Ciências Físicas e Naturais e da unidade curricular de Didática da Matemática. A figura 1 apresenta as etapas de desenvolvimento do jogo.



Figura 1 Etapas de desenvolvimento do jogo *Desafio da água*.

Na etapa de integração curricular, as futuras professoras identificaram as aprendizagens essenciais das disciplinas de Matemática e Ciências Naturais do 2.º CEB a explorar no jogo. De seguida, num momento de *brainstorming*, discutiram, em conjunto com os professores, as características gerais e específicas do jogo. Foram recolhidos dados desses momentos através de observação participante dos docentes das didáticas, complementados por registos fotográficos e notas de campo. Posteriormente, o jogo foi implementado em contexto de prática de ensino supervisionada em Matemática e Ciências Naturais, no 2.º CEB. Cada par de estágio elaborou uma reflexão sobre a concretização do jogo no estágio, com suporte em evidências do trabalho dos alunos, registadas em notas de campo e fotografias. O momento de avaliação envolveu a aplicação de um questionário aos alunos do 2.º CEB, para aferir a sua opinião sobre os elementos, regras e interação com o jogo, assim como as aprendizagens que concretizaram. Os dados desse inquérito foram analisados e organizados, com o intuito de se identificarem oportunidades de melhoria do jogo. Essa informação foi mobilizada para a melhoria do jogo, na última etapa. Nesta secção descrevem-se as etapas 1 a 4 em detalhe. As etapas de avaliação e melhoria do jogo, etapa 5 e etapa 6, respetivamente, são apresentadas na secção 4 deste artigo.

3.1 Etapa 1 | Integração curricular em Ciências Naturais e Matemática

Nesta etapa, as futuras professoras, com o apoio dos docentes das unidades curriculares de didática, analisaram as orientações curriculares para o 2.º CEB e identificaram os temas e as aprendizagens essenciais que pretendiam explorar no jogo para o 5.º ano e para o 6.º ano de escolaridade, considerando os documentos curriculares de cada uma das disciplinas – ME/DGE (2018a, 2018b) e Canavarro et al. (2021a, 2021b) (Tabela 2). O jogo foi ainda enquadrado no ODS6, no qual a distribuição da água e a importância da higiene e saneamento adequados para a saúde humana são tópicos sugeridos para exploração sobre esta temática (UNESCO, 2017).

Numa perspetiva de flexibilização curricular, os temas e objetivos de aprendizagem contemplados visam permitir ao aluno realizar interligações com os saberes adquiridos no 1.º CEB e aprofundá-los no 2.º CEB. Assim pretende-se que compreenda cada vez melhor a estrutura e o funcionamento do planeta e dos diversos subsistemas que o compõem, numa perspetiva de educação para a sustentabilidade, tal como vinculado nas aprendizagens essenciais de Ciências Naturais. O conhecimento matemático surge em algumas questões que os alunos devem responder sobre a água durante o jogo, mobilizando a compreensão de percentagens e

informação apresentada em diversas unidades de medida, de capacidade e de volume. Ainda na articulação com a Matemática foi contemplado um tópico específico do 6.º ano, o volume, cuja abordagem foi integrada num desafio final de modo a tornar tangível a quantidade de água recolhida ao longo do jogo e aprofundar o conhecimento sobre esse tópico matemático. Este último desafio pode ser adaptado pelo professor ao conhecimento dos seus alunos.

Tabela 2 - Temas e aprendizagens essenciais de Ciências Naturais e Matemática contemplados no jogo Desafio da água.

Ano	Disciplina e Temas	Aprendizagens essenciais
5.º ano	<p>Ciências Naturais</p> <p>Tema Água, ar, rochas e solo – Materiais terrestres</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as propriedades da água, relacionando-as com a função da água nos seres vivos. • Distinguir água própria para consumo (potável e mineral) de água imprópria para consumo (salobra e inquinada), analisando questões problemáticas locais, regionais ou nacionais. • Interpretar os rótulos de garrafas de água e justificar a importância da água para a saúde humana. • Discutir a importância da gestão sustentável da água ao nível da sua utilização, exploração e proteção, com exemplos locais, regionais, nacionais ou globais.
	<p>Matemática</p> <p>Tema Números</p> <p>Tópico Frações, decimais e percentagens</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar percentagens com frações de denominador 100.
6.º ano	<p>Ciências Naturais</p> <p>Tema Processos vitais comuns aos seres vivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a existência dos nutrientes com a função que desempenham no corpo humano, partindo da análise de documentos diversificados e valorizando a interdisciplinaridade.
	<p>Matemática</p> <p>Tema Geometria e medida</p> <p>Tópico Figuras no espaço</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o que é o volume de um objeto e explicar por palavras suas. • Medir o volume de um objeto, usando unidades de medida não convencionais e unidades convencionais (metro cúbico e o centímetro cúbico) adequadas. • Reconhecer a correspondência entre o decímetro cúbico e o litro.

3.2 Etapa 2 | Brainstorming

Nesta etapa, as futuras professoras reuniram-se junto a um quadro (Figura 2) e discutiram o tipo de jogo, os seus elementos, as principais regras e os temas a abordar. Decidiram que o jogo deveria ser uma adaptação da dinâmica do “Jogo da Glória”, tendo as decisões sobre os elementos e conteúdos sido baseadas nas aprendizagens essenciais do 2.º ciclo. A opção de desenvolvimento de um jogo de tabuleiro físico visou promover o contacto dos alunos do 2.º ciclo com a diversidade de materiais manipuláveis que este envolve, favorecer o relacionamento interpessoal e a cooperação tendo em conta o objetivo do jogo e aprimorar as suas habilidades motoras finas, persistência e perseverança. Além disso, considerou-se que a interação humana proporcionada pelo jogo físico poderia favorecer uma melhor compreensão e gestão das regras.

Por outro lado, o jogo em tabuleiro físico possibilita a criação de elementos do jogo com reutilização de materiais, reforçando práticas associadas à sustentabilidade.

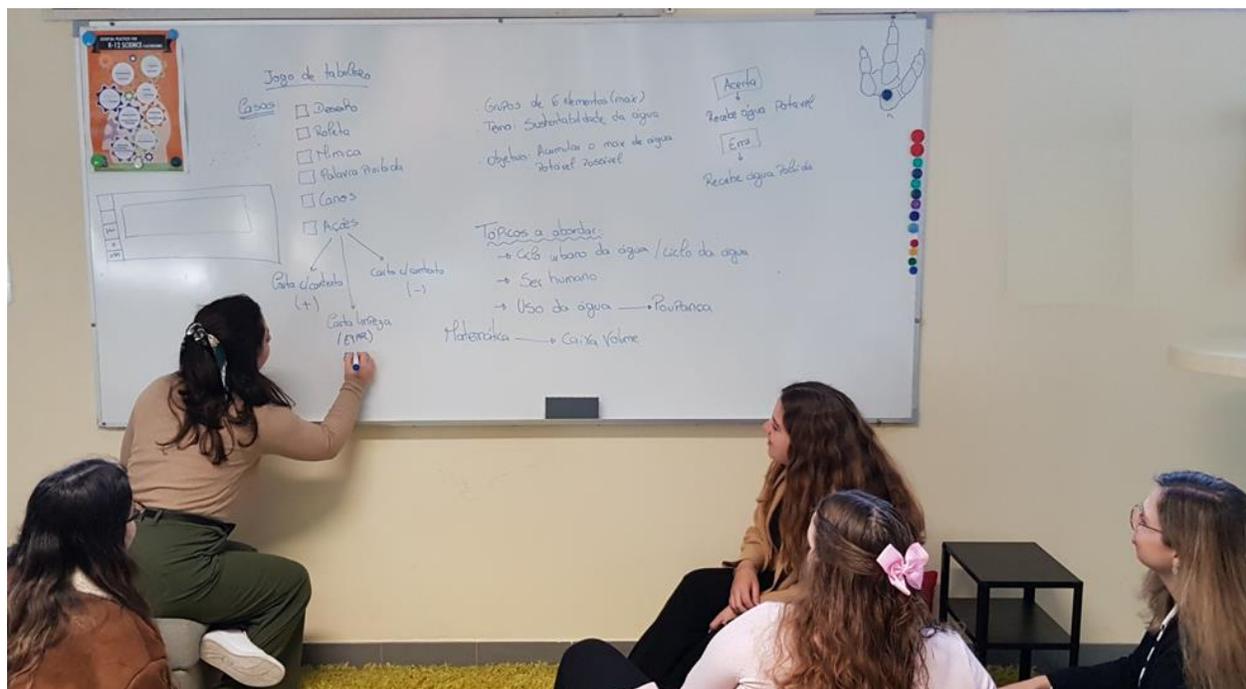


Figura 2 Momento de discussão sobre as características do jogo *Desafio da água*.

Os docentes das didáticas apoiaram este processo, orientando a discussão para as características do jogo que podiam contribuir para dinâmicas diversificadas e promotoras da colaboração entre os alunos e do desenvolvimento de competências de sustentabilidade, bem como para a consecução dos objetivos de aprendizagem específicos de Ciências Naturais e de Matemática (ver Tabela 2).

3.3 Etapa 3 | Criação

Esta etapa implicou a criação física dos materiais do jogo (tabuleiro, cartas e outros elementos), a elaboração do conteúdo das cartas e das regras do jogo, que são descritos em seguida. A complexidade do processo e o tempo necessário para a sua concretização constituíram um desafio. A criação do jogo exigiu um elevado envolvimento e disponibilidade das futuras professoras e dos professores das didáticas para a organização e distribuição de tarefas e em momentos de discussão conjunta para avaliar o desenvolvimento do trabalho e fazer revisão de elementos do jogo e conteúdos.

3.3.1 Materiais do jogo e conteúdo das cartas

Tabuleiro. O tema principal do jogo é o ciclo urbano da água e a utilização sustentável da água. O tabuleiro ilustra esse ciclo através de uma representação visual de uma zona de captação da água, associada à casa de partida, à qual se seguem, sequencialmente, uma estação de tratamento de água, um local de armazenamento de água, uma zona de consumo de água (cidade), uma estação de tratamento de águas residuais e uma zona de devolução de água à

natureza, relacionada com a casa de chegada. O *design* do tabuleiro foi criado usando os recursos do *software Microsoft PowerPoint®*, imagens de livre acesso e outras criadas pelos autores do jogo. A versão final do tabuleiro tem 32 casas e quatro espaços destinados à colocação das cartas correspondentes (Figura 3).

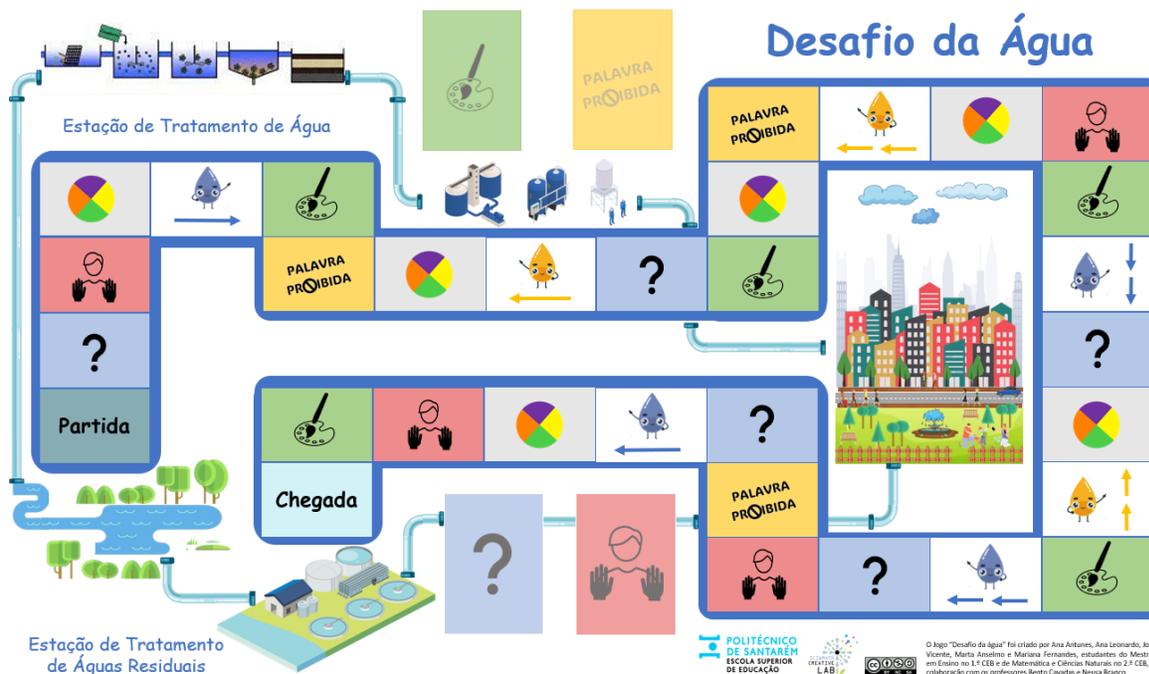


Figura 3 Versão final do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

O jogo inclui casas designadas “casas fixas”. Nessas casas, o jogador tem de agir em função da ação indicada (Figura 4).

	<p>Casa de partida</p> <p>Início do jogo. Todos os participantes devem colocar o seu peão na casa de partida no início do jogo.</p>
	<p>Casa de avanço</p> <p>O jogador tem de andar para a frente tantas casas como o número de setas representado.</p>
	<p>Casa de retrocesso</p> <p>O jogador tem de andar para trás tantas casas como o número de setas representado.</p>
	<p>Casa bônus</p> <p>O jogador lê em voz alta o que é indicado na carta que tirou do baralho e realiza a instrução da carta.</p>
	<p>Casa de chegada</p> <p>Corresponde ao desafio final. Este desafio é realizado quando um dos jogadores do grupo alcançar esta casa.</p>

Figura 4 Descrição das casas fixas do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

Com uma natureza diferente da anterior, existem casas designadas “casas de atividade”. Estas casas implicam ações específicas por parte do jogador e da sua equipa. Na figura 5, apresenta-se o *design* final e descrição de cada uma das casas de atividade.

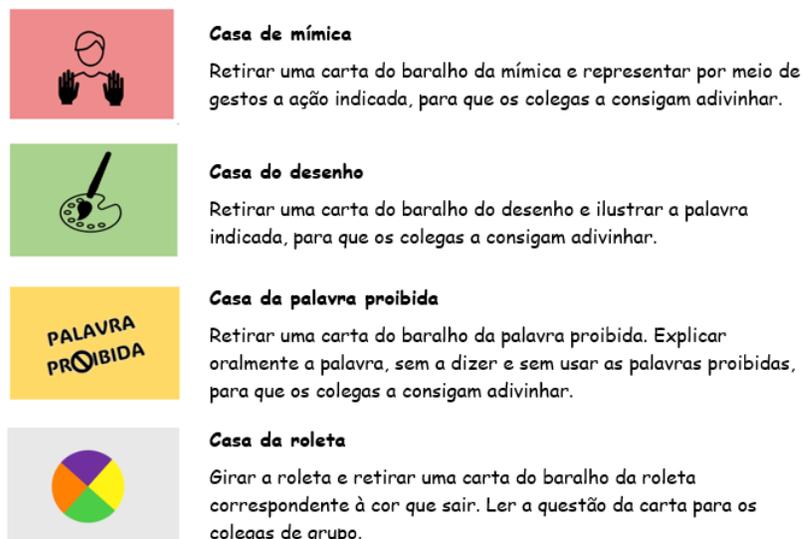


Figura 5 Descrição das casas de atividade do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

Cartas e o seu conteúdo. Associadas às casas de bónus, mímica, desenho, palavra proibida e roleta existem cartas físicas que o jogador retira para saber a ação a realizar. A figura 6 mostra exemplos de algumas dessas cartas e do seu conteúdo. As cartas foram plastificadas para maior durabilidade.

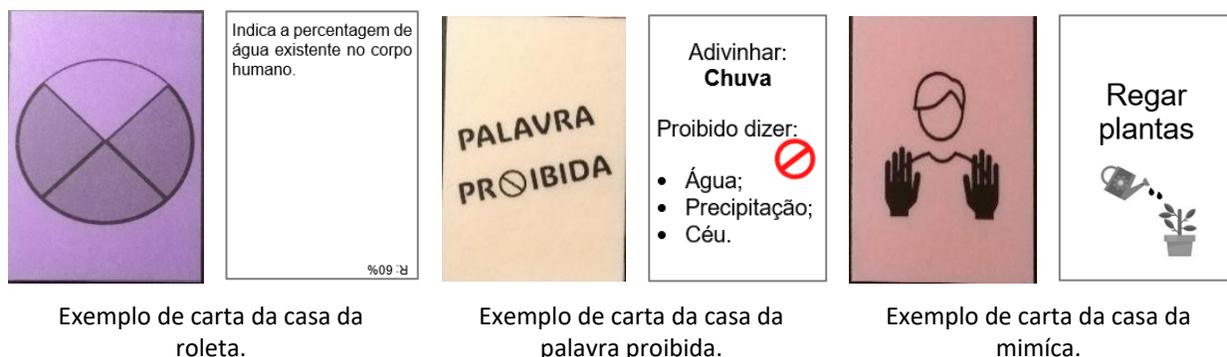


Figura 6 Exemplos de cartas de diferentes casas de atividade do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

Outros elementos do jogo. Na casa da roleta, o jogador deve fazer girar uma roleta. A roleta foi construída com um mecanismo de rotação que permite movimentar a parte superior. A parte superior da roleta foi dividida em quatro partes iguais, cada uma identificada por uma cor diferente (Figura 7A). O mecanismo de rotação foi colado sobre uma base de cortiça. No sentido de reutilizar materiais, a roda é uma tampa de plástico reutilizada e a cor de cada parte da roleta é identificada por uma tampa de garrafa. Quando a roleta para de girar, o jogador observa a cor

para a qual a seta aponta, retira do baralho de cartas da roleta uma carta da cor respectiva e lê a questão para os colegas de equipa indicarem a resposta que consideram correta.

Para identificar cada jogador foram criados peões de diferentes cores, a partir de rolhas de cortiça usadas (Figura 7B).



Figura 7 Elementos do jogo *Desafio da água*: **(A)** roleta e **(B)** peões.

O jogo inclui ainda outros elementos, como um cartão para a identificação de cada grupo, um dado recuperado de outro jogo, uma ampulheta e tampas de garrafas de plástico de cor branca (que representam água imprópria para consumo) e de cor azul (que representam água própria para consumo). Essas tampas são armazenadas em caixas de alimentos reutilizadas.

3.3.2 Regras do jogo

Foi elaborado um documento com as regras do jogo para orientar a sua implementação. Numa primeira fase, as regras não estavam todas explicitamente definidas e redigidas, deixando algumas ambiguidades para os alunos, o que resultou em diferentes dinâmicas entre os grupos. Após reformulação, determinaram-se as principais regras do jogo, apresentadas de seguida:

- O jogo é realizado em grupos de 2 a 6 jogadores. O grupo funciona como equipa e deve recolher a maior quantidade possível de água própria para consumo.
- Na sua vez, um jogador lança o dado, desloca o peão no tabuleiro o número de casas indicado e realiza a tarefa da casa em que o peão para.
- Quando o jogador alcança uma casa de bônus retira uma carta do baralho, lê a indicação e recebe o número e tipo de tampas que está indicado na carta.
- Quando o jogador alcança uma casa de atividade: palavra proibida, mímica, desenho ou roleta, realiza a atividade respectiva e os colegas do grupo tentam responder corretamente.
- Sempre que a resposta está correta, o grupo recebe uma tampa de água própria para consumo (tampa azul). Quando a resposta está errada, o grupo recebe uma tampa de água imprópria para consumo (tampa branca).
- Na casa de chegada, o grupo vai filtrar a água imprópria para consumo que acumulou ao longo do jogo, num desafio final.

A descrição das cartas, apresentada nas figuras 4 e 5, também passou a integrar as regras do jogo.

3.4 Etapa 4 | Implementação

A implementação do jogo foi planeada de modo colaborativo pelas cinco futuras professoras, com supervisão dos docentes das didáticas específicas e da prática de ensino supervisionada. A planificação procurou explicitar os conhecimentos, capacidades e atitudes envolvidas no jogo e contemplar dinâmicas de aula promotoras do desenvolvimento de competências de sustentabilidade nos alunos. Especificamente, procurou-se promover a sua sensibilização para os desafios globais no âmbito da água potável e saneamento e fomentar as suas ações em prol da sustentabilidade da água. O jogo foi implementado após a exploração da temática da água com os alunos, em aulas anteriores.

Após a planificação, as futuras professoras implementaram o jogo no estágio em 2.º CEB, no 1.º semestre do ano letivo 2023/24, em duas escolas diferentes (Figura 8). Participaram 169 alunos, de duas turmas de 5.º ano e seis turmas de 6.º ano, a maioria com 11 anos.



Figura 8 Momentos da implementação do jogo *Desafio da água*, numa turma do 2.º CEB.

Em cada aula, antes da concretização do jogo, as futuras professoras organizaram o espaço da sala em ilhas. Colocaram um jogo em cada ilha com o intuito de ser explorado por uma equipas de 3 a 5 alunos por tabuleiro, consoante a dimensão das turmas. Durante o jogo, as futuras professoras acompanharam o trabalho dos grupos, verificando o cumprimento das regras e esclarecendo as suas dúvidas sempre que necessário. Por ser um jogo de cooperação, os alunos deviam cumprir os desafios de modo adequado, colocar as questões aos colegas com correção e revelar empenho nos diversos desafios. Coube, também, ao professor a organização dos materiais necessários à filtração da água e a discussão final sobre práticas sustentáveis de utilização da água a partir das ideias que emergiram no jogo.

Numa das escolas, o jogo foi realizado em salas com diferentes características. Numa foi implementado num ambiente educativo inovador, cuja flexibilidade permitiu adaptar os materiais às necessidades da atividade, favorecendo um ambiente cooperativo (Figura 9A). Além disso, este espaço permitiu uma dinâmica organizada em três momentos: i) o primeiro na área de apresentação, em que se introduziu o jogo aos alunos; ii) o segundo na área de interação, na qual os alunos jogaram, e iii) o terceiro, associado à área de investigação, na qual foi realizado o desafio final de filtração da água. Noutra escola, o jogo foi implementado num ambiente educativo tradicional, tendo as mesas sido organizadas em ilhas para facilitar o trabalho em grupo (Figura 9B).



Figura 9 (A) Ambiente educativo inovador e **(B)** ambiente educativo tradicional em que foi implementado o jogo *Desafio da água*, com turmas do 2.º CEB.

No momento introdutório, uma das futuras professoras explicou o jogo com apoio da apresentação do tabuleiro físico, o qual também foi projetado para facilitar a visualização da sua estrutura e das diferentes casas. Foram apresentadas com detalhe as regras do jogo para que os alunos ficassem a conhecer a função de cada casa e as respetivas cartas.

Durante o jogo, os alunos foram percorrendo o tabuleiro realizando as atividades e recolhendo tampas de garrafas que simulavam água própria para consumo (tampas azuis) e água imprópria para consumo (tampas brancas). Cada tampa correspondia a 10 cl do tipo de água respetivo. Após cada grupo ter alcançado a casa de chegada, o número de tampas associado à água imprópria para consumo recolhida foi convertido na respetiva quantidade de água em centilitros. De seguida, através de uma atividade prática, filtraram a água imprópria para consumo. Foi salientado que esse procedimento, embora melhorasse a qualidade da água, por si só não era suficiente para a transformar em água potável.

4 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

4.1 Resultados da opinião dos alunos do 2.º CEB sobre o jogo e das suas aprendizagens

Imediatamente após a conclusão do jogo foi aplicado aos alunos um questionário organizado em duas partes e constituído por questões de carácter aberto e fechado. As questões da primeira parte e os respetivos resultados são apresentados no gráfico da figura 10.

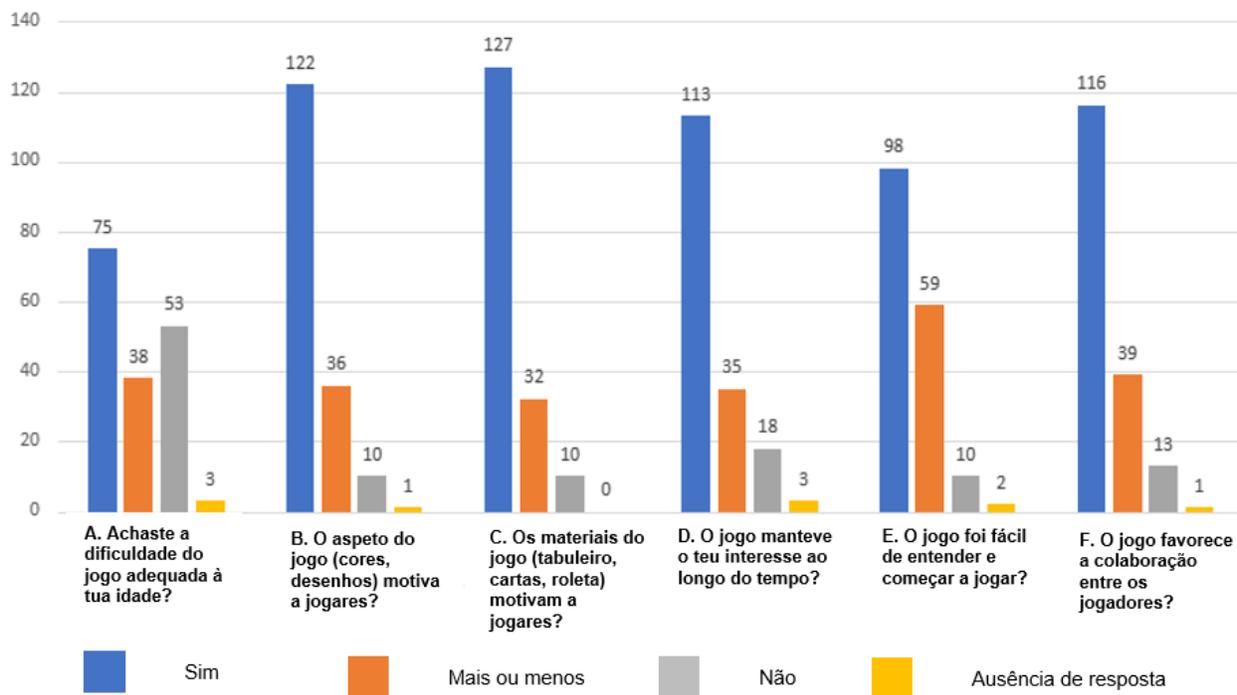


Figura 10 Gráfico dos resultados da percepção dos alunos sobre determinadas características do jogo *Desafio da água*.

Os resultados mostram que, na sua maioria, os alunos reconheceram o jogo como apropriado à sua faixa etária, consideraram o visual do jogo apelativo e motivador e que o tabuleiro, as cartas e a roleta os motivaram a jogar e os mantiveram envolvidos ao longo do tempo. Consideraram, ainda, que o jogo foi fácil de entender e de começar a jogar e que favoreceu a colaboração entre os jogadores. Contudo, na questão A verificou-se que um número elevado de alunos não o considerou apropriado à sua idade, o que pode dever-se à dificuldade de algumas questões que encontraram nas cartas do jogo.

Ainda na primeira parte do questionário, foi solicitado aos alunos que justificassem a sua resposta à questão “E”. Estes consideraram que a explicação prévia das regras, em grande grupo, foi favorável à compreensão e concretização do jogo. Por exemplo, um aluno mencionou “Eu disse que foi fácil porque a professora explicou bem e eu entendi logo como funcionava” (aluno 9), outro referiu que “Sim, foi porque foi muito bem explicado no início e tivemos ajuda sempre que precisámos” (aluno 5). De facto, a apresentação detalhada das regras e das dinâmicas do jogo antes da sua concretização e a explicação da atividade prática de filtração (Figura 11) parecem ter concorrido para que os alunos entendessem o jogo e o seu propósito.



Figura 11 Explicação da dinâmica da filtração.

A última questão da primeira parte do questionário visava aferir se os alunos pretendiam propor alguma melhoria ou alteração no jogo. Apenas 20% dos alunos indicaram que pretendiam mudar ou melhorar algo no jogo. De seguida, tiveram oportunidade de explicar a sua resposta, detalhando as oportunidades de mudança ou de melhoria do jogo. Os aspetos do jogo que referiram nas suas respostas foram categorizados e os resultados expressos na Tabela 3.

Os resultados mostram que cinco alunos apresentaram sugestões quanto ao nível de dificuldade, com maior ocorrência na subcategoria “mais difícil”. A resposta seguinte exemplifica o entendimento dos alunos nessa subcategoria: “queria que o jogo fosse mais complexo” (aluno 3). Os alunos também sugeriram melhorias ao nível do tabuleiro, nomeadamente quanto ao número e tipologia de casas, tal como é evidenciado nas respostas seguintes: “melhorava uma coisa que seria aumentar o jogo, ser maior” (aluno 16), que se refere a ter mais casas: “colocar mais mímicas e mais perguntas” (aluno 6). Sugeriram também alterações nas cartas, principalmente nas cartas da palavra proibida, tal como é sugerido nas afirmações: “eu tirava a palavra proibida do jogo” (aluno 6) e “quando calharmos na palavra proibida em vez de serem 3 palavras poderiam ser 2 palavras [proibidas]” (aluno 13). Também foram identificadas outras melhorias, nomeadamente ao nível das regras, duração do jogo e elementos do jogo, como sendo a utilização de mais dados, a disponibilização de mais tampas por grupo e a pintura dos peões de cortiça, com o intuito de serem distinguidos com mais facilidade.

Tabela 3 - Resultados da categorização das respostas dos alunos sobre as oportunidades de mudança ou de melhoria do jogo *Desafio da água*.

Categorias	Subcategorias	Número de ocorrências	
Nível de dificuldade	Mais difícil	4	
	Geral (não específica)	1	
Duração	Aumento do tempo de jogo	2	
Regras do jogo	Competição entre jogadores	1	
Elementos do jogo	Número de Casas	2	
	Tipologia de Casas	2	
	Tabuleiro	Casas da Roleta (mais casas)	1
		Casas de Desenho (mais casas)	1
		Casas de Mímica (mais casas)	1
		Casa com QR Code (eliminar)	1
	Cartas	Retirar	1
		Alterar	2
	Dados		1
	Tampas		1
	Peões		1

A segunda parte do questionário era constituída por duas perguntas de carácter aberto sobre as aprendizagens relativas à água. A primeira questionava os alunos sobre o que aprenderam quanto à temática da água, sendo a categorização das suas respostas apresentada na tabela 4. Destaca-se a categoria “poupança de água” como a aprendizagem mais significativa, mais concretamente no que respeita ao seu desperdício, “não devemos desperdiçar água” (aluno 2), e à sua poupança, “eu aprendi que temos de poupar água” (aluno 10).

Os alunos também mostraram ter desenvolvido conhecimentos sobre o ciclo urbano da água, como evidenciam as suas afirmações: “aprendi que o processo da água leva muito tempo até chegar às nossas casas” (aluno 5) e “aprendi que antes da água de vir para as nossas casas tem que ser tratada na ETA” (aluno 6). A aprendizagem sobre o processo de filtração de água também foi identificada pelos alunos, possivelmente, devido à realização da atividade prática. Também se evidenciam aprendizagens sobre a poluição da água, como mostram as seguintes respostas: “devemos ter mais cuidado e não poluir a água” (aluno 22), a importância da água, “a água é importante para a vida humana” (aluno 12) e “a água é muito importante no nosso dia a dia” (aluno 5). Também foi referido várias vezes o consumo da água e os seus efeitos na saúde humana: “a água é muito importante para vivermos se não bebermos podemos ganhar doenças” (aluno 19) e “aprendi que a água suja é ruim para o corpo” (aluno 5).

Tabela 4 - Resultados da categorização das respostas dos alunos o que aprenderam sobre a água no jogo “Desafio da água”.

Categorias	Subcategorias	Número de ocorrências
Poupança de água	Desperdício	17
	Poupança	40
	Reutilização	5
Ciclo urbano da água	Geral (não específica)	16
	Etapas de tratamento	13
Poluição	Da água	13
	Do ambiente	2
Importância da água	Para a vida humana	11
	Geral (não específica)	11
Unidades de medida	Volume	1
	Capacidade	2
Usos da água	Geral (não específica)	2
Sustentabilidade		6
Filtração (atividade)		14
Constituição da água		1
Ciclo da água		1
Consumo de água e efeitos na saúde		13
Outros		25

A segunda questão de caráter aberto focava-se no entendimento do significado da expressão “sustentabilidade da água”. A tabela 5 apresenta a categorização das respostas. No que respeita à sustentabilidade, a categoria com mais ocorrências foi a poupança da água, com respostas relativas à poupança, à reutilização e ao desperdício da água. Estas ocorrências são exemplificadas pelas afirmações seguintes: “significa que temos de poupar a água e reutilizá-la como, por exemplo, a água da lavagem dos legumes pode-se usar para regar as plantas” (aluno 13) e “para mim a sustentabilidade da água é economizar água e reutilizar para um futuro melhor” (aluno 7). Salienta-se, também, o número de ocorrências sobre a proteção da água, sendo reconhecida a importância do “cuidar”, como evidenciado na afirmação seguinte “preservar e cuidar da água” (aluno 7). Os alunos reconhecem a importância da água e a sua disponibilidade como se verifica na resposta: “a sustentabilidade da água significa manter água limpa e abundante que estará disponível para nós e para as gerações futuras” (aluno 19). Adicionalmente, houve referência a aspetos do ciclo urbano da água, do aquecimento global, da poluição da água, da constituição e usos da água.

Tabela 5 - Resultados da categorização das respostas dos alunos o significado de “sustentabilidade da água”.

Categorias	Subcategorias	Número de ocorrências
Poupança de água	Desperdício	10
	Poupança	64
	Reutilização	11
Ciclo urbano da água	Geral (não específica)	1
	Etapas de tratamento	4
Importância da água	Para a vida humana	4
	Geral (não específica)	4
Poluição	Da água	2
Aquecimento global		1
Constituição da água		1
Disponibilidade da água		7
Usos da água		1
Proteger a água		11
Outros		30

4.2 Alterações ao jogo

Nesta secção é apresentada uma síntese das alterações ao jogo decorrentes da opinião dos alunos, da vivência de implementação do jogo pelas futuras professoras e da observação pelos docentes das didáticas que acompanharam essa implementação.

4.2.1 Regras do jogo

Após a implementação do jogo, percebeu-se que as suas regras careciam de maior explicitação e clarificação. Além disso, foi necessário clarificar o objetivo do jogo, sendo este obter a maior quantidade de água própria para consumo possível pela equipa. Nas regras do jogo foram também sistematizadas as instruções relativamente a cada tipo de casa. Por exemplo, houve necessidade de clarificar o papel dos vários jogadores nas atividades. Assim, ficou expresso que o jogador quando chega a uma casa de atividade tira a carta e desempenha a instrução da mesma. Aos restantes colegas de grupo cabe alcançar a resposta correta, para que dessa forma ganhem mais tampas de água própria para consumo. Salienta-se que, no caso das questões da roleta, o grupo tinha de chegar a consenso e obter uma única resposta. Outra oportunidade de melhoria foi limitar o tempo disponível para um jogador realizar a ação e os restantes responderem, disponibilizando-se, para isso, uma ampulheta a cada grupo. Foi também necessário deixar explícito quando termina o jogo. Assim, ficou estabelecido que o jogo termina quando um dos elementos do grupo alcança a casa de “chegada”. No processo de melhoria do jogo foi também clarificado o papel do desafio final de filtração da água imprópria para consumo e da conexão com a Matemática, nomeadamente quanto o volume de água recolhida ao longo do jogo e relações entre unidades de medida.

4.2.2 *Elementos do jogo*

Alguns elementos do jogo também foram melhorados. A roleta passou a estar fixada numa base de cortiça, mais resistente, para impedir que a parte que roda se deslocasse aquando da rotação. Outra melhoria foi a impressão das cartas da roleta em papel colorido, da mesma cor de cada uma das quatro secções da roleta, para facilitar a identificação da carta respetiva. A dimensão das cartas das restantes casas foi reduzida para que ficasse igual à do espaço que lhes foi destinado no tabuleiro. Outra melhoria foi disponibilizar a cada grupo uma caixa individual com tampas brancas e azuis para facilitar a recolha dessas tampas, em função do resultado obtido em cada casa. No tabuleiro do jogo foi reduzido o número de casas e foram reformuladas algumas casas. Foram introduzidas atividades em casas que inicialmente eram apenas um espaço vazio do tabuleiro e foram substituídas duas casas com QRCode, nas quais os alunos deviam visualizar vídeos sobre a temática da água. Durante a implementação, verificou-se que essa tarefa causou perturbação na dinâmica do jogo, uma vez que se um segundo jogador calhasse nessa casa não faria sentido uma segunda visualização pelo grupo. Por essa razão, decidiu-se que a análise dos vídeos sobre o ciclo urbano da água e a sustentabilidade da água deveria ser realizada num momento anterior ao jogo.

4.2.3 *Conteúdo do jogo*

No decorrer do jogo verificou-se que o vocabulário de algumas cartas era complexo para os alunos, o que dificultava a sua compreensão da tarefa a realizar. Assim, o conteúdo dessas cartas foi revisto, tendo-se substituído determinadas palavras ou expressões por outras mais adequadas aos conhecimentos dos alunos do 2.º CEB. Por vezes, também se simplificou a instrução da carta através da redução do número de palavras. Outra melhoria foi adicionar um ícone à mensagem escrita nas cartas de mímica, para facilitar a compreensão do seu significado. O procedimento de filtração e o cálculo da quantidade de água recolhida também foi clarificado. As regras agora indicam de forma explícita que o grupo que possui a carta bônus para a filtração da água pode usá-la no final do jogo para filtrar a quantidade de água imprópria para consumo que recolheu. Caso um grupo não disponha dessa carta, um outro grupo pode cedê-la se tiver mais do que uma carta. Essa melhoria nas regras do jogo e no reforço da interdisciplinaridade levou à criação de um cartão de identificação do grupo, no qual passaram a registar o volume de água própria para consumo, o volume de água resultante do processo de filtração e o volume de água imprópria para consumo, não filtrada, no caso de não terem possibilidade de fazer a filtração. Na outra face desse cartão solicita-se ao grupo que registre ações que aprendeu para promover a sustentabilidade da água, reforçando a abordagem dessa temática no jogo.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

O desenvolvimento do jogo Desafio da Água exigiu uma grande capacidade de articulação entre as futuras professoras e os professores das didáticas específicas, o que implicou a definição de um intervalo de tempo apropriado no horário da turma para a realização das diferentes etapas. Além disso, a conclusão de todas as etapas foi demorada e exigiu a definição de metas rigorosas que viabilizassem o cumprimento de cada tarefa sem comprometer etapas seguintes, nomeadamente de implementação e avaliação que se articulou com a prática de ensino supervisionada. Esta exigência de organização temporal pode constituir uma limitação ao desenvolvimento de trabalhos desta natureza na formação inicial de professores.

Foi notório que o processo de conceção, criação, implementação e avaliação do jogo criou oportunidades de desenvolvimento pedagógico das futuras professoras em diferentes dimensões, como uma melhor compreensão da abordagem de gamificação e do modo como podem mobilizar conexões entre as ciências e a matemática para explorar temáticas relacionadas com a sustentabilidade da água. A continuação da concretização do jogo pode ainda permitir a identificação de novas melhorias e de outras oportunidades de reforço da interdisciplinaridade a serem exploradas.

REFERÊNCIAS

AquaQuiz (s.d.). *Águas de Portugal*. <http://www.aquaquiz.pt/>

Cadiz, G. S., Lacre, G. J. R., Delamente, R. L., & Diquito, T. Jr. A. (2023). Game-based learning approach in science education: A meta-analysis. *International Journal of Social Science and Human Research*, 6(3), 1856-1865. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v6-i3-61>

Canavarro, A.P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P., & Espadeiro, R.G. (2021a). *Aprendizagens Essenciais de Matemática. 5.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_5.o_ano.pdf.

Canavarro, A.P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P., & Espadeiro, R.G. (2021b). *Aprendizagens Essenciais de Matemática. 6.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_6.o_ano.pdf.

Chen, S., Zhang, S., Qi, G. Y., & Yang, J. (2020). Games literacy for teacher education. *Educational Technology & Society*, 23(2), 77-92. <https://www.jstor.org/stable/26921135>

Dahalan, F., Alias, N., & Shaharom, M.S.N. (2024). Gamification and Game Based Learning for Vocational Education and Training: A Systematic Literature Review. *Education and Information Technologies*, 29, 1279–1317. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11548-w>

Erşen, Z. B., & Ergül, E. (2022). Trends of game-based learning in mathematics education: A systematic review. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(3), 603-623. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1363615.pdf>

Hui, H. B., & Mahmud, M. S. (2023). Influence of game-based learning in mathematics education on the students' cognitive and affective domain: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 14, 1105806. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105806>

Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação [ME/DGE] (2018a). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 5.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico. Ciências Naturais*. ME/DGE

Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação [ME/DGE] (2018b). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 6.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico. Ciências Naturais*. ME/DGE.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning objectives*. UNESCO.

University of Waterloo (s.d.). *Gamification and Game-Based Learning*. University of Waterloo. Centre for Teaching Excellence. <https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/catalogs/tip-sheets/gamification-and-game-based-learning>

Vankúš, P. (2021). Influence of game-based learning in mathematics education on students' affective domain: A systematic review. *Mathematics*, 9(9), 986. <https://doi.org/10.3390/math9090986>

Water Games (s.d.). *International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)*. Centre for Systems Solutions. <https://games4sustainability.org/water-games/>

**CONHECER E VALORIZAR A BIODIVERSIDADE VEGETAL NA FORMAÇÃO DE
FUTUROS PROFESSORES**

KNOWING AND VALUING PLANT BIODIVERSITY IN PRE-SERVICE TEACHER EDUCATION

**CONOCER Y VALORAR LA BIODIVERSIDAD VEGETAL EN LA FORMACIÓN DE LOS FUTUROS
PROFESORES**

Sílvia Ferreira, Joana Costa, Mariana Santana & Sara Pôla

Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Educação, Portugal
silvia.ferreira@ese.ips.pt; 200143027@estudantes.ips.pt; 230140025@estudantes.ips.pt;
230140027@estudantes.ips.pt

RESUMO | O estudo da biodiversidade e, em especial, da biodiversidade vegetal, deve ser promovido no ensino das ciências nos diferentes níveis de escolaridade, contribuindo para a consecução do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15 (vida terrestre). De modo a conhecer e valorizar a biodiversidade vegetal e a reduzir a indiferença às plantas de estudantes do ensino superior que serão futuros professores e educadores, apresenta-se um projeto realizado no âmbito de uma unidade curricular da Licenciatura em Educação Básica de uma instituição de ensino superior portuguesa, denominado “Conhecer e divulgar a biodiversidade do *campus*”, no qual participaram 19 estudantes. Este projeto esteve focado na realização de trabalho de campo, com a realização de observações semanais ao longo de dez semanas sobre a biodiversidade de um pequeno quadrado delimitado pelos grupos de estudantes no *campus*. Considera-se que esta estratégia educativa, devidamente adaptada, apresenta diversas potencialidades e desafios em diferentes contextos educativos, considerando a perspetiva dos estudantes, futuros professores.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade vegetal, Indiferença às plantas, Formação inicial de professores, Trabalho de campo, Aplicação Seek by iNaturalist.

ABSTRACT | The study of biodiversity, especially plant biodiversity, should be promoted in science education at different levels of schooling, contributing to the achievement of Sustainable Development Goal 15 (life on land). In order to know and value plant biodiversity and to reduce plant blindness among higher education students who will become future teachers and educators, a project carried out within a course of the Degree in Basic Education at a Portuguese higher education institution is presented, titled “Knowing and promoting *campus* biodiversity”, involving 19 students. This project focused on fieldwork, with weekly observations over ten weeks on the biodiversity within a small square delimited by student groups on *campus*. This educational strategy, appropriately adapted, presents various potentialities and challenges in different educational contexts, considering the perspective of the students, future teachers.

KEYWORDS: Plant biodiversity, Plant blindness, Pre-service teacher education, Fieldwork, Seek by iNaturalist app.

RESUMEN | El estudio de la biodiversidad, y en especial de la biodiversidad vegetal, debe ser promovido en la enseñanza de las ciencias en los diferentes niveles educativos, contribuyendo al logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 (vida terrestre). Con el objetivo de conocer y valorar la biodiversidad vegetal y reducir la ceguera a las plantas entre los estudiantes de educación superior que serán futuros profesores y educadores, se presenta un proyecto realizado en el marco de una asignatura de la Licenciatura en Educación Básica de una institución de educación superior portuguesa, titulado “Conocer y divulgar la biodiversidad del *campus*”, en el que participaron 19 estudiantes. Este proyecto se centró en el trabajo de campo, con observaciones semanales a lo largo de diez semanas sobre la biodiversidad en un pequeño cuadrado delimitado por los grupos de estudiantes en el *campus*. Se considera que esta estrategia educativa, debidamente adaptada, presenta diversas potencialidades y desafíos en diferentes contextos educativos, teniendo en cuenta la perspectiva de los estudiantes, futuros profesores.

PALABRAS CLAVE: Biodiversidad vegetal, Ceguera a las plantas, Formación inicial del profesorado, Trabajo de campo, Aplicación Seek by iNaturalist.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da biodiversidade deve constituir um dos temas fundamentais no ensino das ciências na formação inicial de professores, contribuindo para a consecução do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15 (vida terrestre), nomeadamente para o desenvolvimento de alguns dos objetivos de aprendizagem preconizados no guia “Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, publicado em 2017 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2017). Destacam-se os objetivos de aprendizagem relacionados com a identificação de espécies locais, a ligação com áreas naturais locais, assim como a perceção de que somos parte da natureza e não estamos à parte dela. A partir de um projeto mais amplo sobre a biodiversidade no *campus* de uma instituição de ensino superior portuguesa, o projeto que se apresenta pretende estudar e dar a conhecer a biodiversidade vegetal, uma vez que diversos estudos (e.g., Borsos, Borić & Patocskai, 2023; Pedrera et al., 2021) apontam para um conhecimento limitado dos estudantes sobre esta temática.

A incapacidade de ver ou de reparar nas plantas ao redor e de reconhecer a sua importância e as suas características estéticas e biológicas únicas constitui um fenómeno denominado indiferença às plantas (em inglês, *plant blindness*) e foi introduzido por Wandersee e Schussler (1999). Para reduzir esta indiferença, têm sido propostas e implementadas diversas atividades educativas que se focam na importância das plantas e permitem o contacto direto dos estudantes com esses seres vivos (e.g., Strgar, 2007; Wells, Hatley & Walsh, 2021). Os resultados sugerem que essas atividades podem aumentar o seu interesse pelas plantas.

O projeto que se apresenta foi realizado no âmbito de uma Unidade Curricular do 2.º ano da Licenciatura em Educação Básica, intitulado “Conhecer e Divulgar a Biodiversidade do *Campus*”, que envolveu 19 estudantes no 1.º semestre do ano letivo 2021/2022. Os principais objetivos de aprendizagem deste projeto foram os seguintes: i) identificar espécies locais, relacionando essa diversidade com o conceito abrangente de biodiversidade e contribuir para a redução da indiferença às plantas; ii) questionar o dualismo do ser humano/natureza, a partir do estabelecimento de uma ligação com as áreas naturais locais; e iii) desenvolver capacidades de processos científicos, ou seja, capacidades mais diretamente envolvidas na investigação científica (e.g., Duschl et al., 2007; Ferreira & Morais, 2020), como a observação, o registo e a interpretação de dados.

O trabalho de campo iniciou-se com a escolha de um local no *campus* da instituição, no qual foi delimitado um pequeno quadrado no solo com 0,5 m de lado, por cada um dos grupos de estudantes. Nesse quadrado, cada grupo começou por identificar as espécies presentes, sobretudo as herbáceas, com o auxílio da aplicação *Seek by iNaturalist* e de outras ferramentas digitais, como o portal Flora-on. Ao longo de dez semanas, foram efetuados registos semanais com a indicação das observações realizadas, das espécies presentes e de previsões sobre possíveis alterações da biodiversidade no local para as semanas seguintes. Além disso, cada grupo selecionou uma espécie de herbácea presente no quadrado e procedeu à elaboração de uma ficha de identificação da planta, com a sua caracterização mais detalhada.

Na descrição da prática educativa, apresentam-se e discutem-se os principais registos e resultados do projeto de um dos grupos de estudantes, tendo em conta a promoção e valorização da biodiversidade vegetal. Destacam-se ainda algumas das potencialidades e desafios deste tipo

de atividades em diferentes contextos educativos, considerando a perspectiva dos estudantes, futuros professores.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

2.1. Conceptualização de biodiversidade

Face à crescente necessidade de preservação da biodiversidade, tal como preconizado no propósito do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15 – proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (UNESCO, 2017) – o estudo desta temática deve constituir um dos temas fundamentais no ensino das ciências nos diferentes níveis de escolaridade, desde o pré-escolar ao ensino superior, com especial destaque na formação inicial de professores e educadores.

A conceção de biodiversidade apresentada, em 1992, pela Convenção da Diversidade Biológica inclui três níveis diferentes de diversidade: genética (intraespecífica), entre espécies (interespecífica), e entre ecossistemas (CBD, 2011). Diversidade biológica foi definida como “a variabilidade entre os organismos vivos de todas as origens, incluindo, nomeadamente, terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, bem como os complexos ecológicos de que fazem parte; o que inclui a diversidade dentro das espécies, entre espécies e dos ecossistemas” (CBD, 2011, p. 4, tradução das autoras). Este conceito tem vindo a ser encarado de forma mais abrangente, incluindo outras componentes, como o grupo funcional, as interações entre as espécies, o tamanho das populações e a sua variação no tempo. Nesta perspetiva, biodiversidade pode ser descrita em termos dos níveis de diversidade intraespecífica, interespecífica e de ecossistemas, mas deve incluir também a uniformidade da sua distribuição, as diferenças nas suas características funcionais e as suas interações (Bermudez & Lindermann-Matthies, 2020).

No entanto, a biodiversidade é usualmente percecionada de forma limitada e apenas como a variedade de espécies num determinado local, o que coloca desafios ao processo de ensino e aprendizagem deste conceito, nos diferentes níveis de escolaridade. Bermudez e Lindermann-Matthies (2020) realizaram um inquérito por questionário com o objetivo de compreenderem o nível de conceptualização de biodiversidade de 321 alunos do ensino secundário. Os resultados desse estudo apontam para diferentes conceptualizações de biodiversidade, com a maioria a focar-se na diversidade de espécies e apenas algumas a irem ao encontro das cientificamente aceites. Destacam-se ainda os resultados do Eurobarómetro “Atitudes dos Europeus em relação à Biodiversidade”, realizado em 2018, que questionou 27643 cidadãos europeus de 28 estados sobre a sua perceção quanto ao conceito de biodiversidade. Cerca de 30% dos inquiridos europeus (25% em Portugal) indicaram que não ouviram falar do termo “biodiversidade”. O grau de informação dos inquiridos sobre biodiversidade mostrou uma relação positiva com o seu nível de educação. Além disso, 48% concordaram (59% em Portugal) que é necessária mais informação sobre a importância da biodiversidade (Comissão Europeia, 2019).

Neste sentido, os alunos e os estudantes tendem a apresentar algum desconhecimento sobre biodiversidade e, em especial, sobre a biodiversidade vegetal (e.g., Borsos, Borić & Patocskai, 2023; Çil, & Yanmaz, 2017; Pedrera et al., 2021). Num estudo realizado com 308

estudantes a frequentarem a formação inicial de professores de educação básica, na Turquia, Çil e Yanmaz (2017) verificaram que esses estudantes estão mais interessados em aprender sobre animais do que sobre plantas, ignorando-as. Os autores sugerem que a aprendizagem sobre as plantas deve ser promovida desde cedo, especialmente com experiências associadas à vida real das crianças, de modo a contribuir para uma consciencialização sobre a biodiversidade vegetal.

2.2. Indiferença às plantas e o ensino das ciências

Wandersee e Schussler (1999) introduziram o termo indiferença às plantas (em inglês, *plant blindness*), que inclui: a incapacidade de ver ou notar as plantas no ambiente em seu redor; a incapacidade de reconhecer a importância das plantas no ambiente e, em concreto, para o ser humano; a incapacidade de apreciar as características estéticas e biológicas únicas das plantas; e a tendência de considerar as plantas como inferiores aos animais. Os animais, por terem movimento e semelhança física com os seres humanos, entre outras características comuns, como a alimentação, parecem ser mais atrativos do que as plantas, que não apresentam essas características (Strgar, 2007).

De modo a reduzir a indiferença às plantas, têm sido realizadas diversas atividades educativas centradas na importância destes seres vivos. Destacam-se alguns dos estudos realizados no ensino superior com a implementação de atividades que pretendem reduzir a indiferença às plantas. Por exemplo, num estudo em que 474 estudantes participaram numa experiência botânica imersiva de um curso de biologia numa universidade norte-americana (Colon et al., 2020), focada em exemplos concretos de plantas e em exceções às regras biológicas, com base numa abordagem de pensamento crítico. Os resultados mostram um aumento significativo da perceção positiva dos estudantes sobre a botânica em geral. Outro projeto envolveu a plantação de um jardim de plantas autóctones para polinizadores no *campus* de uma universidade norte-americana para avaliar a valorização e o conhecimento de 256 estudantes sobre o habitat dos polinizadores autóctones nas suas próprias vidas (Wells, Hatley & Walsh, 2021). Os estudantes, organizados em pequenos grupos, participaram na plantação do jardim, mas também numa formação sobre plantas e polinizadores autóctones. Os resultados sugerem a importância desse tipo de atividade para reduzir a indiferença às plantas. O estudo de Hiatt et al. (2021), no qual 437 estudantes de quatro universidades norte-americanas estiveram envolvidos em investigações autênticas centradas em biologia vegetal e em alterações globais, aponta para resultados semelhantes. Entre outras temáticas abordadas nestas investigações autênticas foram exploradas: as respostas da sociedade a plantas invasoras, a fenologia como indicador das respostas das espécies e comunidades às alterações climáticas e a diversidade genética das populações de plantas num mundo em mudança.

Noutro estudo (Borsos, Borić & Patocskai, 2023), realizado em três instituições de ensino superior na Sérvia, Croácia e Hungria, participaram 151 estudantes futuros professores, divididos entre os grupos de intervenção e de controlo. Os estudantes do grupo de intervenção frequentaram aulas ao ar livre nas respetivas instituições, ao contrário dos estudantes do grupo de controlo. Nessas aulas, os estudantes interagiram diretamente com as plantas presentes nesses ambientes naturais e apresentaram melhores conhecimentos de identificação de plantas. Os resultados destes estudos apontam para a importância da implementação de projetos educativos que promovam a redução da indiferença às plantas em estudantes do ensino superior,

nomeadamente na formação inicial de professores, contexto do projeto que se apresenta neste artigo.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

No âmbito da Unidade Curricular “Oficina de Investigações Experimentais”, inserida no Plano de Estudos da Licenciatura em Educação Básica da Escola Superior de Educação de uma instituição de ensino superior em Portugal, desenvolveu-se um projeto intitulado “Conhecer e divulgar a biodiversidade do *campus*”. Este projeto foi realizado ao longo do 1.º semestre do ano letivo 2021/2022, durante dez semanas (entre os dias 5 de novembro de 2021 e 14 de janeiro de 2022), e contou com a participação de dezanove estudantes que foram organizados em cinco grupos de trabalho distintos (cada um com três a quatro elementos). Na Tabela 1 apresentam-se as principais etapas do trabalho realizado no período de implementação do projeto.

Tabela 1 - Calendarização e principais etapas do trabalho realizado no projeto “Conhecer e divulgar a biodiversidade do *campus*”

Data	Etapas
29 de outubro	<ul style="list-style-type: none"> - Definição dos grupos de trabalho - Apresentação e discussão das orientações para a realização do trabalho sobre a biodiversidade no <i>campus</i> e da matriz de avaliação - Apresentação e utilização no campo da aplicação <i>Seek by iNaturalist</i>
5 de novembro	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura e discussão dos textos “Biodiversity in your backyard!” (Nuffield foundation, 2008) e “iNaturalist: Citizen Science for the Digital Age” (Nugent, 2020) - Trabalho de campo: seleção do local para realizar o trabalho sobre a biodiversidade no <i>campus</i>, marcação do quadrado, observação e registos - Elaboração da apresentação <i>PowerPoint</i> com os registos da semana.
12 de novembro a 3 de dezembro	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de campo: observações e registos do trabalho sobre a biodiversidade - Completar apresentação <i>PowerPoint</i> com os registos semanais
10 de dezembro	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de campo: observações e registos do trabalho sobre a biodiversidade - Completar apresentação <i>PowerPoint</i> com os registos da semana - Cada grupo comenta os registos semanais (disponíveis na apresentação <i>PowerPoint</i>) de outro grupo, com a indicação de dois aspetos positivos e de dois aspetos a melhorar, conforme as orientações de elaboração do trabalho.
17 de dezembro	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de campo: observações e registos do trabalho sobre a biodiversidade - Completar apresentação <i>PowerPoint</i> com os registos da semana - Apresentação e discussão do conceito de biodiversidade
7 de janeiro	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de campo: observações e registos do trabalho sobre a biodiversidade - Completar apresentação <i>PowerPoint</i> com os registos da semana
14 de janeiro	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de campo: observações e registos do trabalho sobre a biodiversidade - Conclusão da apresentação <i>PowerPoint</i> com os registos semanais
28 de janeiro	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação oral dos trabalhos de grupo sobre a biodiversidade no <i>campus</i> - Avaliação dos trabalhos realizados

O *campus* da instituição foi construído numa zona de montado, com cerca de 10 ha de área verde, constituída maioritariamente por espécies autóctones da floresta mediterrânea. Este importante património natural apresenta inúmeras oportunidades como fonte de experiências de ensino/aprendizagem e de desenvolvimento de uma cidadania ativa. Neste sentido, este projeto teve como principal objetivo estudar e dar a conhecer a biodiversidade existente no *campus*, dando especial enfoque à biodiversidade vegetal e, mais especificamente, às herbáceas.

Cada um dos cinco grupos de trabalho selecionou um local no *campus*, no qual foi feita a marcação de um quadrado com 50 cm de lado (Nuffield Foundation, 2008). Para efetuarem essa marcação, os estudantes utilizaram uma fita métrica e colocaram quatro paus de espetada no solo, garantindo que estavam a 50 cm uns dos outros. O quadrado foi ainda delimitado com uma linha vermelha, que ficou presa nos quatro paus de espetada. Na Figura 1 apresenta-se a marcação do quadrado do grupo 2 (constituído por três das autoras).

Nessa fase, cada grupo registou as suas primeiras observações, ou seja, identificou e assinalou as diferentes espécies presentes no quadrado delimitado. No caso do grupo 2, foram observadas quatro espécies de herbáceas diferentes, que foram denominadas como espécies A, B, C e D, sendo que a espécie D estava presente em quatro zonas distintas (Figura 2).

Assinaladas as espécies, os estudantes elaboraram uma malha do seu quadrado, na qual fizeram uma representação gráfica com a marcação das espécies presentes, de modo a ficar registada a sua localização e a área do quadrado que cada uma delas ocupava. Por exemplo, o grupo 2 representou cada uma das espécies com o símbolo de uma flor de uma cor distinta e de tamanho diferente, consoante a área ocupada pela planta. Deste modo, os símbolos das flores foram colocados aproximadamente no local em que as respetivas espécies se encontravam, sendo que a espécie B ocupava uma área maior e, por isso, foi representada com uma flor maior (Figura 3). Também se contabilizaram o número de indivíduos por espécie.



Figura 1 Delimitação do quadrado do grupo 2. (Fotografia das autoras)

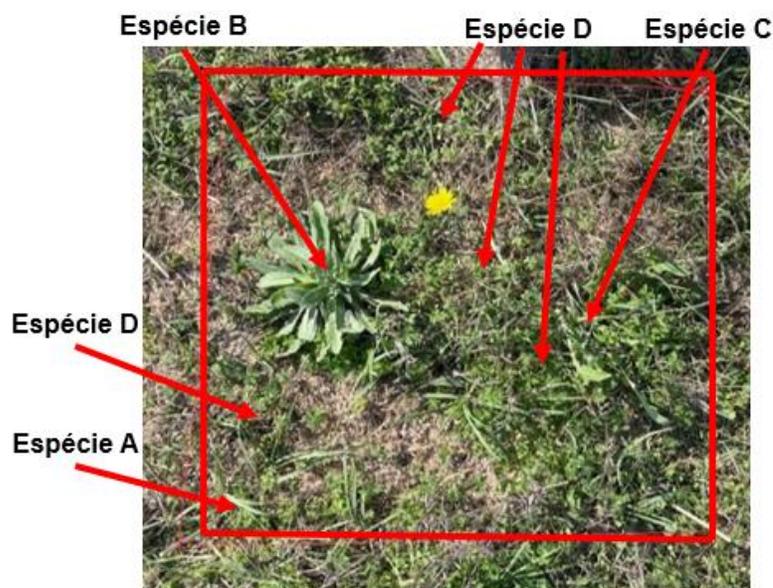


Figura 2 Marcação das espécies presentes no quadrado do grupo 2.

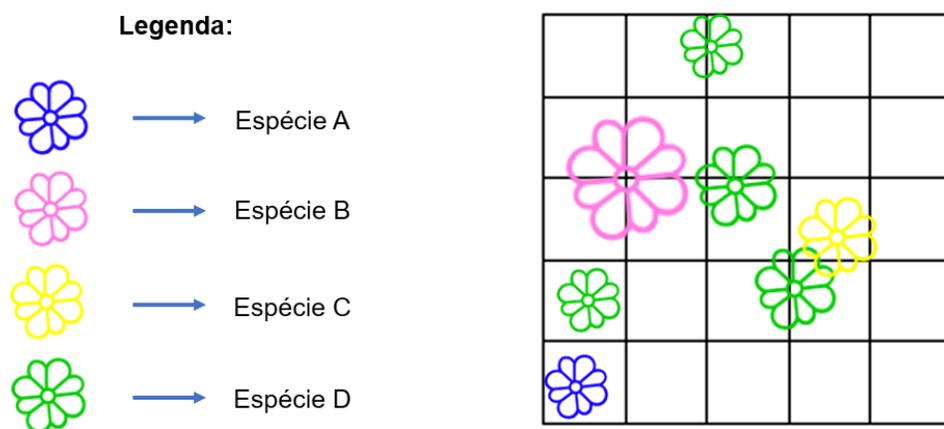


Figura 3 Malha do quadrado do grupo 2 com a marcação das espécies presentes.

De seguida, cada grupo procedeu à identificação de cada uma das espécies presentes no seu quadrado, indicando, sempre que possível, o seu nome específico e o seu nome comum. Para isso, os estudantes recorreram à aplicação gratuita para telemóvel *Seek by iNaturalist*. Esta aplicação, desenvolvida pela plataforma iNaturalist (<http://www.inaturalist.org/>), permite identificar os grupos taxonómicos de inúmeras espécies através do reconhecimento de uma fotografia da planta (ou de outro ser vivo). A aplicação *Seek by iNaturalist* não obriga a qualquer registo, mas implica o acesso à localização do utilizador para dar recomendações de espécies próximas. Através do reconhecimento de imagem, e sempre que possível, a aplicação indica o nome da espécie do ser vivo observado. No entanto, de modo a confirmar os resultados obtidos a partir da aplicação, recorreu-se a outras ferramentas digitais como é o caso do portal Flora-On, um projeto coordenado pela Sociedade Portuguesa de Botânica (<https://flora-on.pt/>), e da plataforma iNaturalist/Biodiversity4All, local onde está ancorado o projeto de ciência cidadã

sobre a biodiversidade do *campus*. Nesta plataforma, face às fotografias colocadas e respetiva proposta de identificação, surgem comentários e sugestões de correção por parte de outros utilizadores. Apesar de existirem outras aplicações de telemóvel para identificação de plantas (e.g. Google Lens, PlantNet), a aplicação selecionada tem obtido bons resultados na identificação de plantas e tem ainda a vantagem de permitir a relação com a base de dados da iNaturalist (Jones, 2020).

Assim sendo, após o recurso à aplicação e a pesquisa em outras ferramentas digitais, o grupo 2 identificou todas as espécies presentes inicialmente no seu quadrado, exceto a espécie A. A espécie B correspondia à erva-vaqueira (*Calendula arvensis*), representada na Figura 4, a espécie C ao almeirão-do-campo (*Hypochaeris radicata*) e a espécie D às azedas (*Oxalis pes-caprae*). No caso da espécie A, apenas foi possível identificar a família a que pertencia (Família Asteraceae).



Figura 4 Erva-vaqueira (*Calendula arvensis*) identificada no quadrado do grupo 2, na 1.ª semana do projeto. (Fotografia das autoras)

Após esta etapa inicial de marcação do quadrado e da sua caracterização, cada grupo estudou a evolução da biodiversidade do seu quadrado ao longo de dez semanas, através de registos fotográficos e escritos. Procederam ainda à recolha das seguintes informações: (i) condições meteorológicas; (ii) crescimento das espécies de herbáceas; (iii) estado do solo; (iv) aparecimento de novas espécies; (v) localização e identificação das espécies presentes ou novas espécies, através do uso dos recursos digitais explorados, nomeadamente a aplicação *Seek by iNaturalist*; (vi) previsões sobre possíveis alterações da biodiversidade durante a semana seguinte, que seriam, ou não, confirmadas através das observações e registos feitos nessa semana. Estas informações foram registadas semanalmente numa apresentação em *PowerPoint*, de cada grupo, partilhada num fórum da plataforma Moodle. Deste modo, a docente da unidade curricular conseguiu orientar e dar *feedback* semanal ao trabalho que estava a ser desenvolvido por cada um dos grupos.

No que diz respeito ao quadrado do grupo 2, ao longo dos registos semanais efetuados, foi possível verificar que germinaram e cresceram novas espécies de herbáceas no seu interior e apareceu também uma espécie de caracol. Para além disso, importa destacar que no decorrer do projeto foi possível observar a floração e frutificação da erva-vaqueira, duas etapas do seu ciclo

de vida que suscitaram bastante interesse e curiosidade aos elementos do grupo. Deste modo, foi possível acompanhar a floração (Figura 5) e a posterior formação do fruto desta herbácea (Figura 6), ao longo de três semanas consecutivas.



Figura 5 Floração da erva-vaqueira.

(Fotografia de José Sousa, fonte: <https://www.inaturalist.org/observations/100891591>).



Figura 6 Frutificação da erva-vaqueira.

(Fotografia de José Sousa, fonte: <https://www.inaturalist.org/observations/108198606>).

Na etapa final do projeto, foi possível comparar as observações realizadas na primeira semana com as observações da última semana. De um modo geral, todos os grupos puderam registrar um aumento da biodiversidade no quadrado, sobretudo através do aumento do número de espécies aí presentes (Bermudez & Lindermann-Matthies, 2020), e registaram também um aumento de abundância em diferentes espécies, com destaque para as herbáceas. A Figura 7 ilustra as modificações observadas no quadrado do grupo 2, em termos dos registos fotográficos e das malhas do quadrado inicial e final.

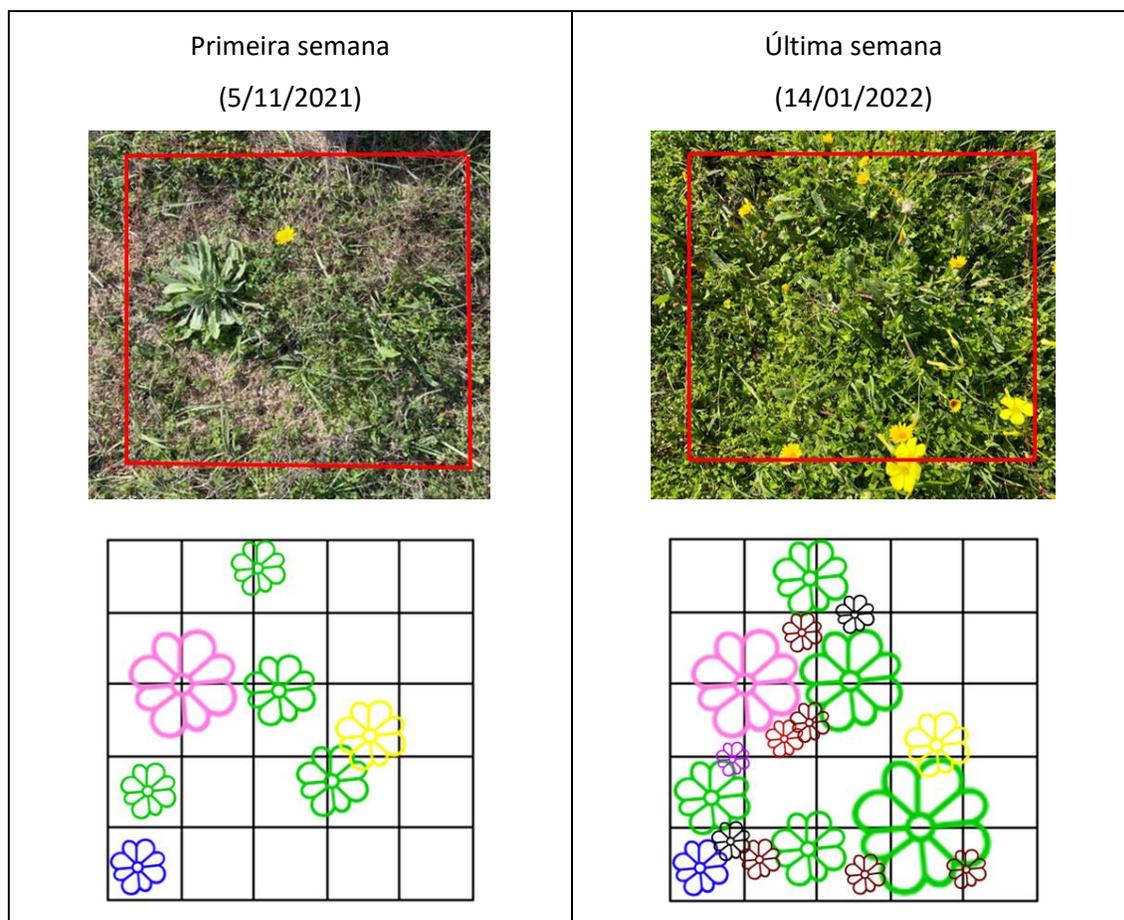


Figura 7 Quadrado e respetiva malha, na primeira e na última semana do projeto do grupo 2.

No âmbito deste projeto, cada grupo selecionou ainda uma espécie de herbácea presente no seu quadrado e procedeu à elaboração de uma ficha de identificação da planta, com a sua caracterização mais detalhada, por exemplo, distribuição em Portugal, habitat, aspetos da morfologia do caule, da folha e das estruturas reprodutivas, calendário de floração e de frutificação. As herbáceas estudadas pelos estudantes da turma foram as seguintes: azedas (*Oxalis pes-caprae*); bico-de-pomba-menor (*Geranium molle*); cardo-dos-picos (*Galactites tomentosus*); chicória (*Cichorium intybus*); e erva-vaqueira (*Calendula arvenses*). No final do projeto, cada grupo realizou uma comunicação oral com base no *PowerPoint* construído, com duração de cerca de 15 minutos, para todos os estudantes da unidade curricular. Pretendia-se que divulgassem os principais resultados relativos ao estudo da biodiversidade do quadrado e apresentassem a caracterização da herbácea selecionada.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Os diferentes grupos de estudantes, futuros professores ou educadores, que participaram no projeto elaboraram uma reflexão final, na qual apontaram algumas potencialidades e alguns desafios na sua implementação e concretização. Essa reflexão foi incluída no *PowerPoint* de cada grupo de trabalho. Na Tabela 2 apresentam-se as categorias e subcategorias de análise que resultaram da análise de conteúdo das reflexões de cada grupo, ilustradas com alguns excertos.

Essa análise de conteúdo teve como base as potencialidades e os desafios solicitados para a produção da reflexão. Por sua vez, essas categorias foram subdivididas nas subcategorias que emergiram dos dados de cada reflexão (Cohen, Manion & Morrison, 2018).

Tabela 2 - Potencialidades e desafios apresentados pelos grupos de trabalho no projeto “Conhecer e divulgar a biodiversidade do campus”

Categorias e subcategorias de análise	Excertos das reflexões	Frequência
<p style="text-align: center;">Potencialidades</p> <p>Compreensão do conceito de biodiversidade</p>	<p>“aprendemos mais sobre a biodiversidade presente no campus, e através de um quadrado de dimensões reduzidas conseguimos visualizar várias espécies em simultâneo” (Grupo 1)</p> <p>“Compreendemos melhor o conceito de biodiversidade” (Grupo 2)</p> <p>“A realização deste trabalho proporcionou-nos um olhar mais profundo e uma melhor compreensão acerca da riqueza da biodiversidade que temos ao nosso redor.” (Grupo 3)</p> <p>“este trabalho permitiu-nos ilustrar e compreender o conceito de biodiversidade. Através da sua realização, ao longo de dez semanas, conseguimos ter uma perspetiva real e prática deste conceito e tudo o que este abrange, não só pela quantidade de espécies identificadas [...], mas também pela própria diversidade de características dentro de uma mesma espécie. Se há dois meses nos fosse dito que encontraríamos 19 espécies num só quadrado, com certeza não acreditaríamos.” (Grupo 4)</p> <p>“acabámos por compreender o que é a biodiversidade e a importância de a preservar” (Grupo 5)</p>	<p style="text-align: center;">5</p>
<p>Observação do ciclo de vida de espécies herbáceas</p>	<p>“permitiu-nos olhar com outro detalhe e muito mais pormenorizadamente para o crescimento e desenvolvimento das espécies no nosso quadrado” (Grupo 1)</p> <p>“A observação e documentação das variadas espécies existentes num pequeno quadrado levou-nos a reconhecer a enorme complexidade que existe em cada ser vivo” (Grupo 3)</p> <p>“considerando o início e o fim dos registos de observação, termos verificado que muitas das espécies de plantas presentes floresceram e outras apresentaram fruto, curiosamente representando o fim desta jornada de observações” (Grupo 4)</p>	<p style="text-align: center;">3</p>

Categorias e subcategorias de análise		Excertos das reflexões	Frequência
Potencialidades	Aplicabilidade do projeto no futuro profissional	<p>“Descobrimos uma boa metodologia para abordar a temática da biodiversidade com os nossos futuros alunos” (Grupo 2)</p> <p>“certamente será uma ótima opção para trabalharmos o tema da biodiversidade e a importância da sua preservação com as crianças no nosso futuro enquanto professoras” (Grupo 3)</p> <p>“esta poderia ser uma atividade adaptada a crianças de pré-escolar, 1º, 2º ou 3º ciclos, atendendo às aprendizagens definidas para cada ano de escolaridade, no âmbito do ensino de ciência.” (Grupo 4)</p>	3
	Vantagens na utilização da aplicação Seek by iNaturalist	<p>“Descobrimos a utilidade de aplicações como a Seek by iNaturalist, assim como o seu modo de utilização” (Grupo 2)</p> <p>“Seja num pequeno canteiro ou até mesmo num terreno baldio que circunda a escola, a observação de espécies presentes conjugada com a utilização da aplicação iNaturalist para a sua identificação pode ser bastante proveitosa” (Grupo 4)</p>	2
Desafios	Dificuldades na identificação das espécies	<p>“Não conseguimos identificar todos os grupos taxonómicos de algumas espécies” (Grupo 2)</p> <p>“percebemos que identificar uma espécie é muito mais complexo do que aparentava ser” (Grupo 3)</p> <p>“Uma das dificuldades constatadas na sua realização assentou na classificação de espécies, uma vez que a aplicação iNaturalist nem sempre consegue associar as fotografias a uma espécie, tendo sido necessário realizar trabalho adicional de pesquisa para a sua identificação, nomeadamente através das plataformas Flora-On e Biodiversity4all.” (Grupo 4)</p>	3
	Duração extensa do trabalho	<p>“trabalho desafiante uma vez que exigiu que trabalhássemos nele todas as semanas” (Grupo 1)</p>	1
	Manutenção do quadrado no espaço exterior	<p>“Tivemos um pequeno contratempo quando a marcação do nosso primeiro quadrado foi destruída” (Grupo 2)</p>	1

Relativamente às suas potencialidades, a participação no projeto parece ter sensibilizado os estudantes para a diversidade de seres vivos, da mesma espécie e de espécies diferentes, e para as interações entre eles ao longo de um determinado período e para a sua importância, permitindo aumentar a compreensão sobre o conceito de biodiversidade. A observação do desenvolvimento do ciclo de vida de algumas plantas, apontada por três dos grupos, também permitiu ter em consideração outras componentes do conceito de biodiversidade como o tamanho das populações na área considerada e a sua variação no tempo. A este respeito, um dos grupos referiu o seguinte: “Com este trabalho aprendemos mais sobre a biodiversidade presente no campus e, através de um quadrado de dimensões reduzidas, conseguimos observar várias espécies e verificar que, ainda que o espaço seja reduzido, pode apresentar grande biodiversidade. O facto do trabalho ter sido realizado ao longo de muito tempo permitiu-nos olhar com outro detalhe e muito mais pormenorizadamente para o crescimento e desenvolvimento das espécies no nosso quadrado” (grupo 1). Estes registos são particularmente importantes face aos objetivos de aprendizagem deste projeto que visaram a identificação de espécies locais e o seu contributo para a identificação da biodiversidade vegetal do *campus* e para a redução do fenómeno de indiferença às plantas dos estudantes. Estes resultados apoiam as conclusões do estudo de Borsos, Borić e Patocskai (2023), evidenciando a importância da realização de atividades ao ar livre com estudantes, futuros professores, para o seu conhecimento na identificação de plantas.

Destaca-se também como potencialidade o facto de ser uma estratégia que, na perspectiva dos estudantes da Licenciatura em Educação Básica, futuros professores ou educadores, pode ser utilizada no seu futuro profissional. A adaptação deste projeto aos primeiros anos de escolaridade permite atender a orientações curriculares veiculadas nos documentos de referência do sistema educativo português. Nas Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar (Silva et al., 2016) o processo de ensino e aprendizagem sobre as plantas surge ao nível das características distintivas dos seres vivos, com destaque para as diferenças e semelhanças entre animais e plantas. No caso das Aprendizagens Essenciais de Estudo do Meio do 1.º ciclo do ensino básico (DGE, 2018), as diretrizes curriculares sobre o ensino das plantas focam-se, sobretudo, na relação das características das plantas com o seu habitat, na interdependência entre os seres vivos e entre estes e o ambiente, e nas plantas em vias de extinção. No Referencial de Educação Ambiental para a Sustentabilidade (Câmara et al., 2018) no tema relativo à biodiversidade, também são apresentados objetivos relacionados com o reconhecimento da biodiversidade ao nível das plantas e da sua importância enquanto recurso natural.

Aponta-se ainda a importância que os recursos digitais tiveram no decorrer deste projeto. Foi possível conhecer o seu modo de utilização e quais as suas potencialidades e limitações, dando particular destaque à aplicação *Seek by iNaturalist*. O recurso a tecnologias digitais, como as aplicações para telemóvel de identificação de plantas, pode aumentar o interesse e sensibilização dos estudantes para o estudo desses seres vivos, tal como evidenciam os resultados do estudo de Cederqvist e Williams (2023). Os futuros professores que participaram nesse estudo reforçaram que o recurso à aplicação *Seek* permitiu aumentar o seu conhecimento e interesse pelas plantas. Além disso, devido à sua acessibilidade no telemóvel, passaram a usar a aplicação nos seus tempos livres.

No que se refere aos desafios que ocorreram durante a realização do projeto, destaca-se o processo de identificação de algumas das espécies presentes no quadrado. Os recursos digitais utilizados nem sempre permitiram a identificação de uma determinada espécie, com indicação

dos seus nomes específico e comum. Apesar do rápido desenvolvimento que se tem registado nas aplicações para telemóvel que ajudam a identificar plantas no terreno, esta é uma limitação também indicada por outros autores. Jones (2020) aponta três grandes desafios ao uso destas ferramentas: (i) a qualidade das fotografias tiradas pelos utilizadores no terreno; (ii) as características que distinguem espécies nem sempre estão visíveis; e (iii) a raridade de algumas espécies pode levar à sua representação limitada no conjunto de imagens de referência utilizado para a sua identificação.

A preservação do quadrado ao longo das semanas do projeto também pode constituir um grande desafio, uma vez que este se localizava no *campus*, sem qualquer tipo de identificação, além da linha vermelha que o delimitava, e por isso estava suscetível à passagem de humanos ou animais por cima do mesmo. Para além disso, as condições meteorológicas mais adversas, como é o caso da chuva e do vento, também dificultaram, em alguns momentos, a sua preservação.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Neste projeto, os estudantes em formação inicial de professores investigaram sobre a biodiversidade, sobretudo a biodiversidade vegetal, existente no *campus* da sua instituição, através da delimitação de uma pequena área no terreno e do estudo desse local durante dez semanas. O envolvimento dos futuros professores parece ter ampliado a sua compreensão do conceito de biodiversidade e contribuído para a sua capacidade de identificação de espécies locais, como ficou evidenciado nas reflexões do trabalho desenvolvido pelos diferentes grupos de trabalho.

Deste modo, a participação no projeto parece ter possibilitado o desenvolvimento de alguns dos objetivos de aprendizagem preconizados no guia “Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (UNESCO, 2017), no âmbito da consecução do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15, relativo à proteção e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres. Destacam-se os objetivos de aprendizagem relacionados com a identificação de espécies locais, a ligação com áreas naturais locais, assim como a perceção de que somos parte da natureza e não estamos à parte dela.

Este projeto, enquanto exemplo de uma estratégia educativa, pode ser devidamente adaptado a diversos públicos-alvo e ser implementado em diferentes contextos educativos. Esta foi também uma potencialidade reconhecida por alguns grupos de trabalho. Deste modo, é um projeto que pode ser útil para a prática profissional futura dos estudantes, com as devidas adaptações e tendo em conta os documentos curriculares de referência. As atividades realizadas focam-se na biodiversidade vegetal e permitem o contacto direto com as plantas do meio próximo, podendo ter um importante contributo para a redução da indiferença às plantas que os alunos dos diversos níveis de ensino geralmente apresentam (e.g., Borsos, Borić & Patocskai, 2023; Pedrera et al., 2021).

A utilização da ferramenta digital *Seek by iNaturalist* constituiu uma das potencialidades da realização do projeto por permitir a identificação de espécies a partir de fotografias do ser vivo e, deste modo, inventariar a biodiversidade do *campus*. No entanto, na perspetiva dos futuros professores, a utilização desta aplicação também representou um desafio, uma vez que nem sempre as fotografias usadas permitiram identificar a espécie. Numa utilização futura desta

aplicação, sugere-se uma exploração e discussão mais aprofundada sobre a forma como a aplicação pode ser implementada de modo a apoiar o processo de aprendizagem dos estudantes, tal como recomendado por Cederqvist e Williams (2023).

O tempo de duração do projeto pode ser referido como uma limitação. É uma estratégia demorada, que se prolonga no semestre letivo e que necessita de algumas semanas de implementação para que os estudantes possam observar e registar resultados relativos ao ciclo de vida de algumas plantas. Apesar de ter sido um desafio indicado apenas por um dos grupos de trabalho, numa próxima aplicação deste projeto, será experimentada a mesma duração, mas com as observações e os registos a serem efetuados com um maior intervalo de tempo, por exemplo, de duas em duas semanas.

Outro aspeto a destacar como limitação deste estudo, é o facto de os estudantes não terem explorado a diversidade intraespecífica. Numa aplicação futura, será pedido aos estudantes para estudarem de forma comparativa os indivíduos da mesma espécie, tendo em conta parâmetros como a forma, cor, tamanho, número e posição das folhas, frutos, flores e sementes.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a José Sousa pela autorização de utilização das fotografias das Figuras 5 e 6. Agradecem também a Leonor Saraiva pelas suas sugestões ao texto.

REFERÊNCIAS

- Bermudez, G., & Lindermann-Matthies, P. (2020). "What Matters Is Species Richness"—High School Students' Understanding of the Components of Biodiversity. *Research in Science Education*, 50, 2159-2187. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9767-y>
- Borsos, E., Borić, E., & Patocskai, M. (2023). What can be done to increase future teachers' plant knowledge? *Journal of Biological Education*, 57(2), 252-262. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909632>
- Câmara, A. et al. (2018). *Referencial de Educação Ambiental para a Sustentabilidade para a Educação Pré-Escolar, o Ensino Básico e o Ensino Secundário*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ECidadania/Educacao_Ambiental/documentos/referencial_ambiente.pdf
- Cederqvist, A., & Williams, A. (2023). An Exploratory Case Study on Student Teachers' Experiences of Using the AR App Seek by iNaturalist When Learning About Plants. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. HCI 2023. Lecture Notes in Computer Science* (pp. 33-52). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34550-0_3
- Çil, E., & Yanmaz, D. (2017). Determination of pre-service teachers' awareness of plants. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 7(2), 84-93.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8.ª ed.). Routledge.
- Colon, J., Tiernan, N., Oliphant, S., Shirajee, A., Flickinger, J., Liu, H., Francisco-Ortega, J., & McCartney, M. (2020). Bringing botany into focus: addressing plant blindness in undergraduates through an immersive botanical experience. *BioScience*, 70(10), 887–900. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa089>
- CBD (Convention on Biological Diversity). (2011). *Convention on Biological Diversity: Text and Annexes*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/convention/text>

- Comissão Europeia (2019). *Attitudes of Europeans towards Biodiversity*. Special Eurobarometer 481. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2194>
- DGE (Direção-Geral da Educação). (2018). *Aprendizagens Essenciais - Ensino Básico*. <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>.
- Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8*. National Academies Press.
- Ferreira, S., & Morais, A. (2020). Practical work in science education: Study of different contexts of pedagogic practice. *Research in Science Education*, 50, 1547–1574. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9743-6>.
- Hiatt, A., Hove, A., Ward, J., Ventura, L., Neufeld, H., Boyd, A., Clarke, H., Horton, J., & Murrell, Z. (2021). Authentic Research in the Classroom Increases Appreciation for Plants in Undergraduate Biology Students. *Integrative and Comparative Biology*, 61(3), 969–980. <https://doi.org/10.1093/icb/icab089>
- Jones, H. (2020). What plant is that? Tests of automated image recognition apps for plant identification on plants from the British flora. *AoB Plants*, 12(6), 1-9. doi:10.1093/aobpla/plaa052
- Nuffield foundation (2008). *Biodiversity in your backyard!* Royal Society of Biology. <https://practicalbiology.org/environment/fieldwork-techniques/biodiversity-in-your-backyard>
- Nugent, J. (2020). iNaturalist: Citizen Science for the Digital Age. *The Science Teacher*, 87, 58. <https://www.jstor.org/stable/27048173>
- Pedreira, O., Ortega, U., Ruiz-González, A., Díez, J., & Barrutia, O. (2021). Branches of plant blindness and their relationship with biodiversity conceptualisation among secondary students. *Journal of Biological Education*. DOI: 10.1080/00219266.2021.1933133.
- Silva, I., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.
- Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42(1), 19-23. <https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656102>
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (2017). *Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197>
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1999). Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*, 61(2), 84–86.
- Wells, C., Hatley, M., & Walsh, J. (2021). Planting a native pollinator garden impacts the ecological literacy of undergraduate students. *The American Biology Teacher*, 83(4), 210–213.

O USO DA WEBQUEST E O ENSINO DE POLIEDROS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

THE USE WEBQUEST AND THE TEACHING OF POLYHEDRA: AN EXPERIENCE REPORT

EL USO DE WEBQUEST Y LA ENSEÑANZA DE POLIEDROS: RELATO DE EXPERIENCIA

Francisco Jucivanio Felix de Sousa, Krishna Hoana de Sousa Silva, Ana Karla Rodrigues Sampaio & Tiago Gadelha de Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Brasil

jucivanio.felix@ifce.edu.br; krishna.hoana.sousa07@aluno.ifce.edu.br; ana.karla.rodrigues83@aluno.ifce.edu.br; tiago.gadelha@ifce.edu.br

RESUMO | Neste estudo, compartilha-se a experiência dos autores, estudantes da disciplina de Informática Aplicada ao Ensino de Matemática (IAEM) do curso de Licenciatura em Matemática em uma instituição de ensino superior, localizada na região metropolitana de Fortaleza/CE, ao desenvolverem e implementarem uma WebQuest sobre Poliedros. Essa atividade ocorreu durante as aulas realizadas na turma do 2º ano do ensino médio, na escola Liceu Professor Francisco Oscar, em Maracanaú/CE. O principal objetivo dessa proposta foi integrar as tecnologias da informação ao ensino de conceitos matemáticos, proporcionando uma abordagem dinâmica e interativa. Além disso, destaca-se a busca por envolver os alunos de maneira efetiva em um ambiente virtual e prático, com o intuito de contribuir para o entendimento dos Poliedros. A atividade proporcionou aos alunos uma compreensão mais clara e prática dos conceitos matemáticos abordados, e ocorreu uma participação ativa dos discentes, que mostraram-se envolvidos na construção das atividades propostas.

PALAVRAS-CHAVE: Formação de professor, Licenciatura em matemática, Ensino de Matemática.

ABSTRACT | In this study, the authors, students of the Applied Informatics to Mathematics Teaching (IAEM) discipline in the Mathematics Teaching Degree in a higher education institution, located in the metropolitan region of Fortaleza/CE, share their experience in developing and implementing a WebQuest on Polyhedra. This activity took place during the classes held in the 2nd year of high school at Liceu Professor Francisco Oscar school in Maracanaú, Ceará, Brazil. The main objective of this proposal was to integrate information technologies into the teaching of mathematical concepts, providing a dynamic and interactive approach. Additionally, it emphasizes the effort to actively involve students in a virtual and practical environment, aiming to contribute to the understanding of polyhedra. The activity provided students with a clearer and more practical understanding of the mathematical concepts covered. There was active participation from the students, who showed engagement in constructing the proposed activities.

KEYWORDS: Teacher Education, Mathematics Teaching Degree, Mathematics Education.

RESUMEN | En este estudio se comparte la experiencia de los autores, estudiantes de la asignatura Informática Aplicada a la Enseñanza de Matemáticas (IAEM) del curso de Profesorado de Matemáticas en una institución de educación superior, ubicada en la región metropolitana de Fortaleza/CE, quienes desarrollaron e implementaron una WebQuest sobre Poliedros. Esta actividad fue realizada durante las clases ofrecidas a un grupo de 2º año de enseñanza secundaria, en la escuela Liceu Professor Francisco Oscar, en Maracanaú/CE. El principal objetivo de la propuesta fue integrar las tecnologías de la información a la enseñanza de conceptos matemáticos, proporcionando un abordaje dinámico e interactivo. En esta experiencia se destaca la búsqueda de involucrar a los alumnos de manera efectiva en un ambiente virtual y práctico, objetivando contribuir con la comprensión de los Poliedros. La actividad les proporcionó a los alumnos un entendimiento más claro y práctico de los conceptos matemáticos que estaban siendo abordados y contó con una participación activa por parte de los mismos, que se mostraron interesados en la construcción de las actividades propuestas.

PALABRAS CLAVE: Formación de profesores, Profesorado en Matemáticas, Enseñanza de Matemáticas.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática, em meio às rápidas transformações tecnológicas, demanda a constante busca por estratégias que promovam aprimoramento e engajamento dos alunos. A inserção de tecnologia nesse contexto emerge como uma abordagem promissora, influenciada pela necessidade de alinhar as práticas educacionais com a geração atual, que é intrinsecamente ligada às tecnologias digitais.

No Brasil, desde a divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (Brasil, 2000), para o ensino médio, foi estabelecida como competência a ser desenvolvida, no ensino de Matemática, a utilização de calculadoras e computadores, reconhecendo suas limitações e potencialidades. Nesse sentido, Mercado e Viana (2004) ressaltam a importância da incorporação de recursos tecnológicos no ensino de Matemática, evidenciando sua potencialidade para estimular a compreensão conceitual e o interesse dos estudantes.

A Base Nacional Curricular Comum – BNCC (Brasil, 2018) reforçou a necessidade de, nos currículos escolares da Educação Básica, existirem a utilização e compreensão das tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica e reflexiva, nas diversas situações vivenciadas pela comunidade escolar nas práticas sociais da escola. Além disso, destaca-se, conforme pesquisas de Fernandes, Denis, Furlan (2017) e Pereira (2013), que atualmente, nos dispositivos móveis, filmes, jogos, aplicativos, livros e filmes tornam-se cada vez atraentes para o uso pessoal e profissional.

Diante desse panorama, o presente trabalho se propõe a relatar a experiência dos autores, estudantes da disciplina de Informática Aplicada ao Ensino de Matemática (IAEM) no curso de Licenciatura em Matemática do IFCE *campus* Maracanaú, ao desenvolverem e implementarem uma *WebQuest* sobre Poliedros. Essa experiência foi realizada no contexto do Programa de Residência Pedagógica (PRP), no qual os pesquisadores atuam como residentes no Liceu Professor Francisco Oscar, em Maracanaú/CE.

A escolha desse tema se justifica pela relevância dos poliedros como objeto de estudo na Matemática, bem como pela oportunidade de integrar as tecnologias da informação ao ensino desses conceitos. Conforme apontado por Nieto e Bairral (2013), o estudo dos poliedros ajuda os alunos a entenderem diferentes formas e como elas são feitas. Isso é importante para desenvolver o pensamento científico, destacando que os poliedros não são apenas sobre matemática, mas também são úteis para pensar criticamente e cientificamente.

Dessa forma, este relato de experiência tem como objetivo apresentar o processo de desenvolvimento da *WebQuest* sobre Poliedros, destacando as etapas de planejamento, execução e os desafios enfrentados durante sua aplicação em sala de aula. A reflexão sobre essa prática visa contribuir para o entendimento da eficácia da integração entre informática e matemática no contexto do Ensino Médio.

Ao longo deste estudo, serão apresentados os resultados obtidos, as análises decorrentes da aplicação da *WebQuest*, as discussões sobre a efetividade da inserção da tecnologia no ensino de Matemática e as conclusões que emergiram dessa experiência, contribuindo para o avanço das práticas pedagógicas no contexto do ensino de Matemática.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

A análise dos resultados do *Programme for International Student Assessment (Pisa)* de 2022 destaca a urgência de abordar as lacunas educacionais no sistema brasileiro, especialmente em matemática, onde 70% dos estudantes de 15 anos estão abaixo do nível esperado. A dificuldade no ensino dessa disciplina muitas vezes provém de abordagens mecânicas, desvinculadas da realidade dos estudantes, o que resulta em conceitos incompletos e dificuldades na aplicação prática do conhecimento (Silveira Junior & Marcelino, 2022).

Neste contexto desafiador, a integração da informática na educação matemática emerge como uma proposta inovadora com o intuito de dinamizar e envolver os processos de aprendizagem. Sendo assim, concebemos uma *WebQuest* sobre Poliedros, explorando a junção entre a tecnologia da informação e os conceitos matemáticos. Para embasar essa escolha e orientar o desenvolvimento da atividade, recorreremos a conceitos e descobertas debatidos por vários autores.

A metodologia *WebQuest*, no contexto educacional, destaca-se, especialmente, diante do avanço tecnológico e da crescente conectividade nas escolas. Bernie Dodge, um dos pioneiros na concepção da *WebQuest*, sublinha a relevância desse recurso para a aprendizagem na internet.

A *WebQuest*, conforme a descrição de Dodge (1995), é uma investigação orientada na qual os aprendizes utilizam informações provenientes de recursos *online*, proporcionando flexibilidade para diferentes níveis educacionais, desde a escola elementar até a pós-graduação, devido à sua simplicidade e versatilidade.

Nessa abordagem, destaca-se não apenas a adaptação eficaz da *WebQuest* em vários contextos educacionais, mas também sua capacidade intrínseca de acompanhar o desenvolvimento contínuo de recursos *online*, apresentando-se como uma estratégia pedagógica dinâmica alinhada à evolução constante do ambiente digital.

Estruturada em diferentes componentes, como introdução, tarefa, processo, recursos, avaliação e conclusão, a *WebQuest* visa envolver os alunos de maneira ativa e promover a aquisição de conhecimento por meio da pesquisa *online* e tarefas práticas relacionadas ao cotidiano dos estudantes (Bottentuit Junior, 2017).

Segundo Mercado e Viana:

As novas tecnologias podem reforçar a contribuição dos trabalhos pedagógicos e didáticos contemporâneos, pois permitem que sejam criadas situações de aprendizagem ricas, complexas, diversificadas, por meio de uma divisão de trabalho que não faz mais com que todo o investimento repouse sobre o professor, uma vez que tanto a informação quanto a dimensão interativa são assumidas pelos produtores dos instrumentos. (Mercado & Viana, 2004, pp. 14).

No contexto do uso da Internet em sala de aula, Giovanella, Bertolini e Silveira (2021) enfatizam a importância de os professores adequarem esse recurso para proporcionarem um processo pedagógico alinhado às novas demandas. Os autores ressaltam também a necessidade de orientar os estudantes para que não naveguem sem rumo na rede, considerando que a abundância de informações disponíveis pode gerar saturação e dificuldade em estabelecer o que é ou não significativo (Giovanella, Bertolini & Silveira, 2021).

A utilização efetiva da Internet na educação exige padrões e resultados para o aprendizado do aluno. “Sem expectativas de aprendizagem específicas para atividades baseadas na Internet, os alunos perderão a direção, o foco e ficarão sobrecarregados com a súbita quantidade de informações disponíveis para eles”. (Mercado & Viana, 2004, pp. 14)

Dentro dessa perspectiva, o estudo de Silveira Junior & Marcelino (2022) destaca que a evolução da tecnologia digital não apenas trouxe ferramentas que contribuíram para diversas áreas, incluindo a educação, mas também evidenciou possíveis causas que dificultam o aprendizado de matemática.

Pereira *et al.* (2013) destaca que a aprendizagem da Matemática é frequentemente percebida como um desafio pelos estudantes, evidenciando a disparidade de desempenho entre eles. Enquanto alguns se destacam, muitos enfrentam dificuldades na compreensão de tópicos específicos e no desenvolvimento das habilidades necessárias para lidar com problemas mais complexos. O principal propósito da incorporação das tecnologias de informação nesse contexto é minimizar essas dificuldades, proporcionando uma compreensão mais acessível por meio do uso de ferramentas alternativas (Pereira *et al.*, 2013, pp. 7).

No âmbito dessas considerações, a *WebQuest*, ao ser incorporada como metodologia educacional, pode tornar as aulas mais criativas, dinâmicas e motivadoras (Dio & Andrade, 2007). Seu formato estruturado fornece um roteiro claro para os alunos realizarem investigações na Internet, promovendo uma aprendizagem cooperativa e processos investigativos na construção do conhecimento (Dio & Andrade, 2007).

Almeida (2003) destaca que ambientes digitais de aprendizagem, como a *WebQuest*, suportam atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação, permitindo a integração de múltiplas mídias, linguagens e recursos, proporcionando interações entre pessoas e objetos de conhecimento. Essa abertura para a diversidade de recursos possibilita uma abordagem mais rica e engajadora no processo educacional.

O uso de *WebQuests* no ensino de matemática representa uma estratégia inovadora alinhada às demandas da sociedade contemporânea, cada vez mais permeada pela presença pervasiva e ubíqua das novas tecnologias (Lemos, 2005). A integração de ambientes digitais como a *WebQuest* não apenas acompanha a evolução tecnológica, mas também oferece uma resposta eficaz aos desafios presentes no ensino de disciplinas específicas, como a matemática.

A aplicação da *WebQuest* no ensino de poliedros no Ensino Médio, como apresentado neste relato de experiência, demonstra a viabilidade e eficácia dessa abordagem, mesmo diante de desafios técnicos inesperados. A reflexão sobre essa prática contribui para compreender a integração entre informática e matemática, proporcionando uma visão tridimensional dos sólidos e estimulando a participação ativa dos alunos. O próximo tópico deste estudo abordará os aspectos desenvolvimento para a construção do relato de experiência da prática educativa.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Este relato de experiência é resultante de atividades dos autores e alunos do curso de Licenciatura em Matemática de uma instituição pública de ensino superior, localizada no Município de Maracanaú/CE. Essas práticas docentes são oriundas das atividades desenvolvidas na disciplina de Metodologia do Ensino de Matemática, que objetivou o uso de metodologias de

ensino que envolvessem a utilização de ferramentas tecnológicas e o ensino de Matemática, além disso, teve-se como base as teorias estudadas para discussão, montagem e execução do plano de aula. O tema abordado foi o conceito de poliedros, e a prática docente, através da participação ativa dos estudantes. As ferramentas pedagógicas utilizadas foram: textos, imagens, além de ferramentas computacionais e da construção e manipulação de polígonos com materiais concretos.

As atividades planejadas foram desenvolvidas para serem executadas em turmas de alunos do segundo ano do ensino médio, da rede pública de Maracanaú/CE, e tinham como objetivo proporcionar a vivência dos licenciandos na aplicação de estratégias diferenciadas para o desenvolvimento das aulas de Matemática, além disso, proporcionar ao aluno o lugar de protagonista no seu processo de aprendizagem, deslocando-o do papel passivo de apenas ouvinte. Conforme Cabral (2024, pp. 78), essas metodologias estão sendo cada vez mais utilizadas nas instituições de ensino, pois possibilitam “Preparar 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.”

Como forma de articular os conhecimentos propostos para o currículo da educação básica na área de Matemática e a ferramenta tecnológica WebQuest, seguimos a metodologia descrita em Teixeira, Teixeira & Soares (2019, 2020), destacando os seguintes pontos: debate de ideias moderado pelos docentes; escolha de trabalhos práticos para os alunos e a promoção do uso de criatividade e exploração de ideias; apoio individualizado aos alunos que não estivessem atingindo os objetivos propostos; obtenção de produtos finais e apresentação dos produtos desenvolvidos.

Neste projeto, a metodologia utilizada foi a abordagem qualitativa, na qual foi analisado o progresso dos alunos quanto às atividades desenvolvidas em sala de aula, com o uso da WebQuest relacionada à abordagem em sala de aula onde o aluno é o protagonista de suas ações, possibilitando descrever as situações à medida que estejam sendo desenvolvidas (Gil, 2002).

As análises foram descritivas com o intuito de compreender as situações vividas ao longo do desenvolvimento das atividades, com a intenção de interpretar a participação dos alunos de forma interativa e com perspectivas de diálogos e das vivências em sala de aula, de modo que o estudante possa participar e compreender as temáticas em questão (Sousa & Alves, 2022).

Nas próxima seção, serão descritas as atividades experimentais realizadas, objeto do presente relato de experiência.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

O processo de planejamento e execução da proposta metodológica foi dividido em duas etapas principais: a elaboração da *WebQuest* durante a disciplina de Informática Aplicada ao Ensino de Matemática (IAEM) e a aplicação prática em duas aulas para os alunos do 2º ano H no Liceu Professor Francisco Oscar, em Maracanaú/CE.

A proposta da *WebQuest* foi apresentada pelo professor da disciplina de IAEM como uma atividade de aplicação prática do que foi abordado em sala de aula, integrando as tecnologias da informação ao ensino de conceitos matemáticos. Optou-se por abordar poliedros com os alunos do 2º ano do Ensino Médio, visando promover uma abordagem dinâmica e interativa. Além disso,

buscamos proporcionar uma compreensão tridimensional dos sólidos, o que muitas vezes é desafiador para os estudantes.

[...] os alunos têm amplas dificuldades, primeiramente com relação à visualização e representação, pois reconhecem poucos conceitos da geometria básica e, por conseguinte, da geometria espacial. Também apresentam problemas de percepção das relações existentes entre os objetos de identificação das propriedades das figuras que formam os sólidos, dentre outros conceitos. (Rogenski & Pedroso, 2009, pp.5)

O desenvolvimento da *WebQuest* ocorreu ao longo de duas semanas, seguindo etapas cuidadosamente planejadas. Cada elemento foi pensado para incentivar a participação ativa dos alunos, estimulando a investigação e a construção do conhecimento.

O conteúdo da *WebQuest* foi organizado em seções, começando pela tela inicial do *site* com uma breve apresentação. Na tela seguinte, é apresentada uma introdução que abrange a história e alguns conceitos fundamentais dos poliedros. Nessa tela, os alunos eram contextualizados sobre os objetivos da atividade, a importância dos poliedros e o papel das tecnologias da informação. A Figura 1 destaca visualmente o início da proposta pedagógica.

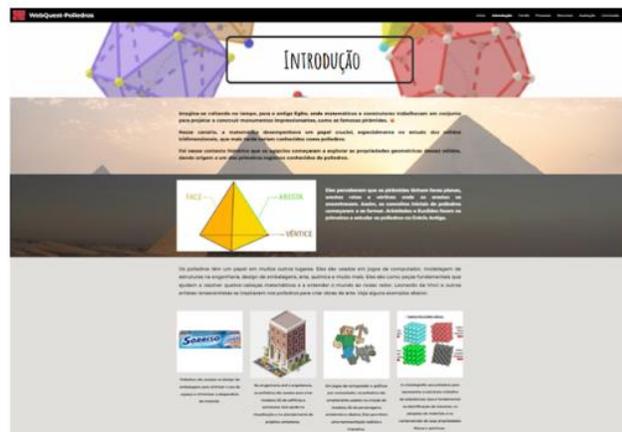


Figura 1 Telas de Apresentação e Introdução. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 2 temos a tela “Tarefa”. A tarefa proposta envolveu a construção prática de um octaedro utilizando canudos, fio e tesoura. Além disso, um desafio foi adicionado: a construção de um icosaedro.

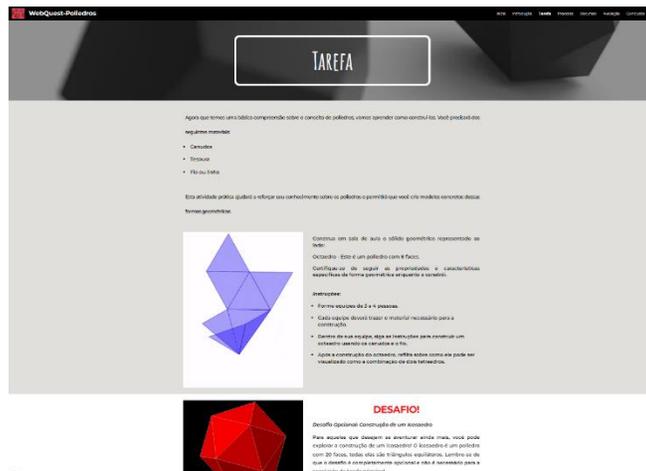


Figura 2 Tela de Tarefa. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Posteriormente temos as telas das seções de “Processo” e “Recursos”. Nelas explica-se mais profundamente sobre o tema, incluindo *links* para vídeos do YouTube e materiais de apoio (Figura 3).

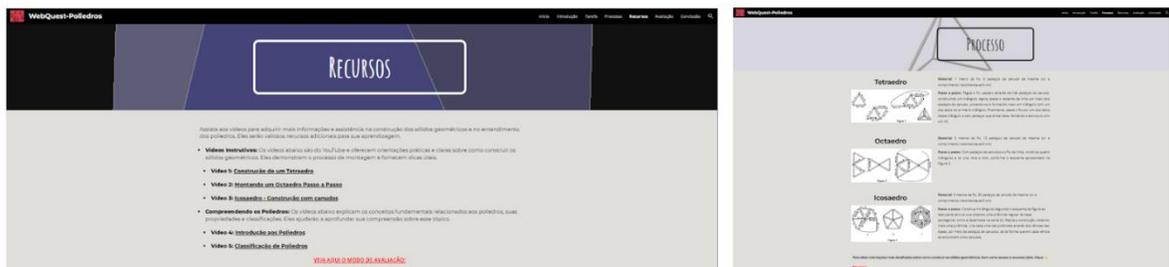


Figura 3 Telas de Recursos. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 4 temos a seção de avaliação, que foi elaborada explicitando que a construção do octaedro seria avaliada em sala de aula por equipes, e a conclusão, que reforçou o objetivo da atividade e trouxe um texto parabenizando os alunos pela chegada até ali.

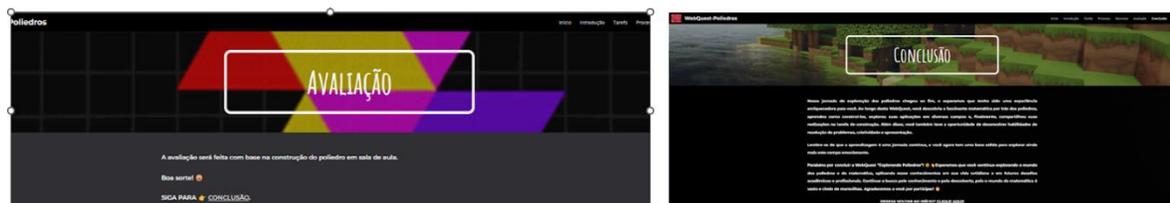


Figura 4 Tela de Avaliação e Conclusão. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Foi planejado um total de quatro aulas, sendo divididas em dois encontros que tiveram a duração total de quatro horas. O primeiro encontro foi de duas horas, dedicado à revisão dos

conceitos fundamentais dos polígonos e à apresentação da *WebQuest*. O segundo encontro concentrou-se na aplicação prática da tarefa proposta.

Relata-se que desafios inesperados surgiram na primeira aula, como problemas técnicos com o *datashow* e a conexão de Internet da escola, resultando em atraso significativo. Foi necessário fazer adaptações, como o uso do *notebook* pessoal do professor para apresentar os *slides* e o roteamento de Internet móvel para acessar o Google Drive. Apesar desses contratempos, a receptividade e o envolvimento dos alunos durante a apresentação da *WebQuest* foram notáveis. A Figura 5 mostra o momento da apresentação da *WebQuest* na primeira aula.



Figura 5 Momento de apresentação da *WebQuest*. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para a segunda aula, o docente responsável pela disciplina de IAEM desempenhou um papel fundamental, ao antecipar a possibilidade de os alunos esquecerem o material necessário para a construção do octaedro. Consciente dessa eventualidade, ele tomou a iniciativa de adquirir o material previamente, assegurando que a equipe estivesse devidamente preparada para qualquer imprevisto. De fato, alguns alunos acabaram esquecendo o material, no entanto, graças à prevenção do professor, a equipe pôde prontamente providenciar o suficiente para todos os participantes da atividade.

A condução da atividade prática incluiu a organização dos alunos por equipes, apresentação minuciosa do passo a passo e disponibilização de materiais essenciais. Um aspecto particularmente notável foi a construção de octaedros de tamanhos variados realizada pelos alunos, ao cortarem os canudos. Ao questionarmos sobre o impacto de alterar o tamanho dos canudos nos sólidos, obtivemos respostas diversas.

Alguns estudantes responderam que mudar os tamanhos afetaria todas as características do sólido, mas outros destacaram que os ângulos permaneceriam os mesmos, mantendo proporções. Essa diversidade de respostas indicou uma compreensão individual dos conceitos e estimulou discussões produtivas.

A abordagem da atividade prática proporcionou uma experiência envolvente, promovendo não apenas a compreensão dos conceitos, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de argumentação dos alunos.

Este método demonstrou ser eficaz na promoção da aprendizagem ativa e na consolidação dos temas abordados. O *feedback* e avaliação dos alunos foram solicitados, incentivando críticas e sugestões. A Figura 6 ilustra a realização da atividade prática de construção de poliedros pelos alunos.



Figura 6 Construção do poliedro na segunda aula. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ao longo de todo o processo, o papel dos professores tanto da disciplina de IAEM como do PRP como mediadores e facilitadores foi fundamental para o sucesso dessas atividades. As adaptações foram essenciais para contornar os problemas técnicos e garantir que os objetivos fossem atingidos. A interação positiva dos alunos demonstrou a eficácia da abordagem adotada, pois proporcionou uma experiência de aprendizado dinâmica e colaborativa entre os alunos e professores envolvidos na atividade proposta.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Diante do cenário destacado por Ferreira, Carvalho & Locca (2022), que enfatizam a necessidade de incorporar inovações tecnológicas para envolver os alunos de forma mais eficaz, a implementação da *WebQuest* sobre Poliedros no Ensino Médio, desenvolvida durante a disciplina de Informática Aplicada ao Ensino de Matemática (IAEM) no curso de Licenciatura em Matemática do IFCE *campus* Maracanaú, revelou-se uma estratégia promissora. Inspirada em autores como Couto (2019) e Bottentuit Junior (2017), a abordagem proporcionou uma experiência rica tanto para os alunos quanto para os professores em formação, demonstrando eficácia na integração entre tecnologia e matemática.

Apesar dos desafios técnicos iniciais, como problemas com o *datashow* e a falta de conexão com a Internet, a flexibilidade dos professores permitiu uma rápida adaptação, garantindo a continuidade das aulas. A metodologia inovadora da *WebQuest* revelou-se cativante, proporcionando uma abordagem diferenciada ao ensino de Poliedros, seguindo os princípios de Moran (1997) sobre o uso das tecnologias na educação.

Durante a exploração do *site* da *WebQuest*, os alunos demonstraram um engajamento notável, refletindo o entusiasmo e o interesse despertados pelo conteúdo. A participação ativa, combinada com perguntas pertinentes, evidenciou uma compreensão dos conceitos matemáticos abordados, corroborando com as ideias de Sá e Machado (2017) sobre a motivação dos alunos através da tecnologia.

A atividade prática de construção do Octaedro, realizada na segunda aula, permitiu que os alunos aplicassem de forma concreta os conhecimentos adquiridos, conforme destacado por Bottentuit Junior (2017). A coleta de *feedback* por meio das avaliações preenchidas pelos alunos proporcionou *insights* valiosos sobre a recepção da aula e da própria *WebQuest*, alinhando-se à abordagem de Dio e Andrade (2007) sobre a importância da seleção cuidadosa das tarefas na *WebQuest*.

Os resultados indicaram que a *WebQuest* foi uma estratégia eficaz para abordar o conteúdo de Poliedros. A estrutura clara facilitou a compreensão e navegação, refletindo a visão de Couto (2019) sobre a prática de pesquisa orientada por questões na Web. A reflexão sobre a prática pedagógica destacou a relevância da formação continuada para os professores, preparando-os para incorporar efetivamente as tecnologias no processo educacional, conforme ressaltado por Sá e Machado (2017).

A análise dos resultados permitiu identificar áreas para aprimoramento, como a gestão do tempo e a busca por alternativas mais estáveis de acesso à Internet. Essas considerações, aliadas aos resultados positivos obtidos, encorajam a continuidade da exploração de estratégias inovadoras para aprimorar o ensino e aprendizado da matemática.

Os comentários dos alunos corroboram a percepção positiva da experiência:

A1: “Eu gostei de aprender sobre essas formas geométricas, e o que eu mais achei interessante foi o octaedro.”

A2: “Achei a aula interessante, pois foi uma aula diferente das comuns e deu para entender bastante nela.”

A3: “Foi uma aula boa e muito construtiva, aprendi algumas coisas que eu não sabia, e a aula foi bem elaborada.”

A4: “Eu achei bem criativo e dinâmico, espero mais aulas nesse estilo e que mantenha a qualidade do ensino.”

A5: “Achei muito informático e criativo o modo de ensino.” (Dados da pesquisa, 2023)

Compreende-se que A *WebQuest* sobre poliedros no Ensino Médio teve impacto positivo na integração entre informática e matemática, inicialmente proposta na disciplina de Informática Aplicada ao Ensino de Matemática (IAEM) no IFCE *campus* Maracanaú. Apesar dos desafios técnicos durante a implementação, como problemas com *datashow* e conexão à Internet, a experiência fortaleceu-se, evidenciando resiliência e comprometimento.

O engajamento dos alunos na exploração da *WebQuest* e na construção do octaedro ressalta o potencial da abordagem para despertar interesse e curiosidade, promovendo colaboração e troca de ideias. E a coleta de *feedback* dos alunos proporcionou *insights* valiosos.

Refletindo sobre a prática pedagógica, destaca-se a importância da formação continuada para professores, preparando-os para incorporar efetivamente as tecnologias. A análise dos resultados indica que a *WebQuest* foi uma estratégia inovadora e eficaz, utilizando a Internet como recurso para pesquisa e exploração, contribuindo para a construção autônoma do conhecimento pelos alunos.

No contexto educacional contemporâneo, a integração entre informática e matemática, especialmente por meio de metodologias como a *WebQuest*, emerge como uma abordagem promissora para superar desafios no ensino de matemática. Em suma, a experiência destaca-se como um marco positivo na formação pedagógica, reforçando a importância da inovação, adaptabilidade e integração entre informática e matemática, alimentando a busca por práticas pedagógicas que potencializem o engajamento e o aprendizado dos alunos.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. E. B. de. (2003). Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 29(2), 327-340. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022003000200011>
- Bottentuit Junior, J. B. (2017). Metodologia WebQuest na Formação Inicial Docente: Uma Experiência Com Alunos de Licenciatura em Pedagogia da UFMA. *Revista Tecnologias na Educação*, 9(19), Julho.
- Brasil. (2000). *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio - Parte I – Bases Legais*. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação e Cultura, *Base Nacional Curricular Comum*. Ensino Médio. Recuperado em 15 de outubro de 2023 de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>.
- Cabral, J. C. da F. (2024). Prática de ambientes digitais em espaços museológicos: estudo de caso. *APEduc Revista | APEduc Journal*, 5(1), 65-80. <https://doi.org/10.58152/APEducJournal.492>
- Couto, A. A. do, & Jesus, A. C. G. de. (2019). *O ensino de geometria espacial por meio do uso de material concreto: reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem*. In: Gonçalves, F. A. M. F. (Org.). *As diversidades de debates na pesquisa em matemática*; v. 2, p. 1-11. Ponta Grossa, PR: Atena Editora.
- Dio, R. G. de, & Andrade, S. V. R. de. (2007). Utilização de WebQuest na aula de Matemática. In: Paraná. Secretaria de Estado da Educação. *Superintendência de Educação*. Recuperado em 4 de dezembro, 2023, de http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_rosana_gagliotti_dio
- Dodge, B. (1995). Webquest: uma técnica para aprendizagem na rede internet. *The Distance Educator*, 1(2). Recuperado em 20 de novembro, 2023, de https://www.dm.ufscar.br/~jpiton/downloads/artigo_webquest_original_1996_ptbr.pdf
- Fernandes, J. C. L.; Denis, E.; Furlan, M. A. (2017). A utilização do Scratch como ferramenta de apoio no ensino de Física. *Revista EDaPECI*, 17(2), 119-130.
- Ferreira, G. G., Carvalho, J. W. P., & Locca, F. A. da S. (2022). Tecnologias Digitais no ensino de Matemática: desafios e possibilidades no primeiro Ciclo de Formação Humana. *TANGRAM - Revista De Educação Matemática*, 5(4), 118–139. Recuperado de <https://doi.org/10.30612/tangram.v5i4.12808>
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Giovanella, A., Bertolini, C., & Silveira, S. (2021). EaD4u: ambiente virtual para cursos rápidos de educação a distância. *Revista Educacional Interdisciplinar*, Taquara/RS, 10(1), 52-66.
- Lemos, A. (2005). Cibercultura e Mobilidade. A Era da Conexão. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. *Palestra apresentada no XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação*, Uerj, 5 a 9 de setembro de 2005. Recuperado em 1 de dezembro, de 2023 <http://portcom.intercom.org.br/pdfs/140429770509861442583267950533057946044.pdf>.
- Mercado, L. P. L., & Viana, M. A. P. (Orgs.). (2004). *Projetos utilizando internet: a metodologia webquest na prática*. Maceió: Q Gráfica / Marista.
- Moran, J. M. (1997). Como utilizar a Internet na educação. *Ciência da Informação*, 26(2), maio. Recuperado em 8 de dezembro, 2023. <https://doi.org/10.1590/S0100-19651997000200006>

- Nieto, R. Z., & Bairral, M. A. (2013). "Poliedro é um sólido, correto?" Um estudo com graduandos interagindo em um chat sobre a definição de poliedro. *Ciência & Educação*, 19(1), 73-88.
- Pereira, L. R., et al. (2013). *O uso da tecnologia na educação, priorizando a tecnologia móvel*.
- Rogenski, M. L. C., & Pedroso, S. M. D. (2009). *O Ensino da Geometria na Educação Básica: realidade e possibilidades*. Recuperado em 9 de dezembro, 2023, de <https://bit.ly/3gr6jsF>.
- Sá, A. L., & Machado, M. C. (2020). *O uso do software GeoGebra no estudo de funções*. Anais do XIV EVIDOSOL e XI CILTEC online, junho 2017. Disponível em: <https://eventos.textolivre.org/moodle/course/view.php?id=12>. Acesso em 09 nov. 2023.
- Silveira Junior, M. D., & Marcelino, J. A. . (2022). Linguagens e tecnologias digitais: Facilitadores no ensino matemático. *TANGRAM - Revista De Educação Matemática*, 5(2), 133-149. <https://doi.org/10.30612/tangram.v5i2.13226>
- Sousa, R. T., & Alves, F. R. V. (2022). O ensino de função quadrática com arrimo do simulador phet: uma prática analisada com base na teoria dos conceitos figurais. *APeDuC Revista/ APeDuC Journal*, 3(1), 81-101. <https://apeducrevista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/252>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2019). 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. (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>

**INTERDISCIPLINARIDADE E TECNOLOGIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES:
A PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS DIGITAIS AUTORAIS**

**INTERDISCIPLINARITY AND TECHNOLOGY IN TEACHER TRAINING: THE PRODUCTION OF DIGITAL
EDUCATIONAL AUTHORIAL MATERIALS**

**INTERDISCIPLINARIEDAD Y TECNOLOGÍA EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES: LA PRODUCCIÓN
DE MATERIALES DIDÁCTICOS DIGITALES AUTORIALES**

**Letícia de Castro Viana¹, Maria Eleny de Freitas Plácido¹, Luciana de Lima², Virgínia Cláudia
Carneiro Girão-Carmona³ & Daniel Brandão Menezes⁴**

¹Universidade Federal do Ceará, Brasil

²Instituto UFC Virtual, Universidade Federal do Ceará, Brasil

³Departamento de Morfologia, Universidade Federal do Ceará, Brasil

⁴Universidade Estadual do Ceará, Brasil

leticia-castrov@hotmail.com; eleny664@gmail.com; luciana@virtual.ufc.br; virginia.girao@ufc.br; daniel_brandao@uvanet.br

RESUMO | Este artigo explora como a interdisciplinaridade nos materiais autorais digitais educacionais (MADEs) desenvolvidos por professores em formação inicial pode transformar a prática docente. O estudo aborda as dificuldades que surgem na integração das disciplinas e na formação dos educadores, além das oportunidades que os MADEs oferecem para superar esses desafios. Com um enfoque qualitativo e descritivo, a pesquisa analisou dois MADEs em formato de livro jogo, *Culinária* e *Labirinto — Cuida na fuga*, criados em 2023 por equipes interdisciplinares durante o componente curricular Tecnodocência. O objetivo foi avaliar como a interdisciplinaridade nesses materiais pode contribuir para a prática docente. A pesquisa envolveu planejamento, coleta e análise de dados. Os resultados indicam que os MADEs promoveram aprendizagens mútuas por meio da interação entre diferentes disciplinas, ressaltando a importância das competências interdisciplinares. No entanto, foram identificadas áreas que ainda precisam de aprimoramento, tanto na interdisciplinaridade quanto no design dos livros jogo.

PALAVRAS-CHAVE: Livro jogo, Métodos de ensino, Desenvolvimento profissional, Tecnologias educacionais.

ABSTRACT | This article explores how the interdisciplinarity in digital educational authorial materials (MADEs) developed by pre-service teachers can transform teaching practices. The study addresses the challenges faced in integrating disciplines and training educators, as well as the opportunities that MADEs provide to overcome these hurdles. With a qualitative and descriptive approach, the research analyzed two MADEs in the form of gamebooks, *Culinária* and *Labirinto — Cuida na fuga*, created in 2023 by interdisciplinary teams during the Tecnodocência curricular component. The objective was to evaluate how interdisciplinarity in these materials can contribute to teaching practice. The research involved planning, data collection, and analysis. The results indicate that the analyzed MADEs fostered mutual learning through interaction among different disciplines, highlighting the importance of interdisciplinary skills. However, areas needing improvement were identified, both in terms of interdisciplinarity and the design of the gamebooks.

KEYWORDS: Gamebook, Teaching methods, Professional development, Educational technology.

RESUMEN | Este artículo explora cómo la interdisciplinaridad en los materiales educativos autorales digitales (MADEs) desarrollados por futuros docentes puede transformar la práctica docente. El estudio aborda los desafíos en la integración de disciplinas y la formación de educadores, mientras que destaca las oportunidades que los MADEs ofrecen para superar estos obstáculos. Con un enfoque cualitativo y descriptivo, la investigación analizó dos MADEs en formato de libro juego, *Culinária* y *Labirinto — Cuida na fuga*, creados en 2023 por equipos interdisciplinares durante el componente curricular Tecnodocência. El objetivo fue evaluar cómo la interdisciplinaridad en estos materiales contribuye a la práctica docente. La investigación incluyó planificación, recolección y análisis de datos. Los resultados indican que los MADEs analizados promovieron aprendizajes mutuos a través de la interacción entre diversas disciplinas, destacando la importancia de las competencias interdisciplinares. Sin embargo, se identificaron áreas que necesitan mejoras en términos de interdisciplinaridad y diseño de los libros juego.

PALABRAS CLAVE: Libro juego, Métodos de enseñanza, Desarrollo profesional, Tecnología educativa.

1. INTRODUÇÃO

A formação de professores enfrenta o desafio de se adaptar às demandas contemporâneas, especialmente diante das rápidas mudanças impulsionadas pelos avanços científicos e tecnológicos. Contudo, em muitos casos, o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no ensino é implementado de forma isolada e desconectada da prática interdisciplinar, o que pode limitar seu potencial de transformação da prática docente e o processo de ensino-aprendizagem (Lima et al., 2023). A falta de integração entre as diferentes áreas do conhecimento e o uso instrumental das TDICs cria um cenário no qual as oportunidades de inovação e construção coletiva do saber não são totalmente aproveitadas.

Nesse contexto, surge a necessidade de investigar como práticas interdisciplinares, quando articuladas com o uso das TDICs, podem contribuir para uma formação docente mais conectada com a complexidade do mundo contemporâneo e com a realidade dos estudantes. A produção de Materiais Didáticos Digitais Autorais (MADEs), desenvolvidos por professores em formação inicial, apresenta-se como uma prática inovadora que exige não apenas o domínio técnico, mas também a capacidade de integrar conhecimentos de diversas áreas para criar produtos educativos capazes de transformar a prática pedagógica.

Entende-se que a formação de professor deve abranger as demandas atuais e as mudanças sociais decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos. Nesse sentido, a compreensão do ensino a partir da reflexão sobre a aprendizagem do aluno e da integração dos diferentes saberes docentes, incluindo Ciência e as TDICs, devem ser consideradas na formação docente desde o curso de licenciatura (Lima et al., 2017).

O uso das TDICs tem se apresentado como importante recurso em sala de aula. No entanto, Lima et al. (2023) ressaltam que esse uso não deve acontecer de forma isolada, devendo ser compreendido enquanto instrumento de auxílio nas diferentes formas de construção do conhecimento. Compreendendo que a prática interdisciplinar é capaz de orientar os estudantes a obter uma visão realista e ativa perante a sociedade, de modo que estes possam fazer associações contextualizadas, agregando os conhecimentos adquiridos (Morin, 2018). Assim, a interdisciplinaridade dentro de um contexto das TDICs apresenta-se como uma ação fecunda para a transformação da prática docente (Lima & Loureiro, 2016).

As TDICs representam, ao mesmo tempo, um desafio e uma oportunidade para superar as dificuldades encontradas no ensino disciplinar, pois estão cada vez mais integradas à vida dos estudantes, oferecendo novas perspectivas para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem (Almeida et al., 2017). Para Ribério (2022), dentro das TDICs existem os Materiais Didáticos Digitais (MDD), que são instrumentos pedagógicos digitais que servem como base, apoio e orientação ao aluno sobre determinado conteúdo, e, dentro dos MDD, é possível citar os Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs). Estes, por sua vez, caracterizam-se como um tipo de MDD produzido pelos próprios estudantes de forma autoral. A elaboração dos MDD representa uma prática inovadora nos cursos superiores e na prática docente, envolvendo pesquisa, autoria e criatividade. A criação desses materiais requer flexibilidade, disposição para o diálogo e uma postura de aprendizagem constante por parte de todos os envolvidos no processo (Almeida et al., 2017).

Fazenda (2013) traz a interdisciplinaridade por meio da integração de diferentes conhecimentos, uma característica marcante nos MADEs produzidos neste estudo. Esse

elemento faz parte da natureza de um trabalho interdisciplinar, já que promove a troca de conhecimentos entre distintas áreas, permitindo a alocação de tempo e espaço para cada uma delas e contribuindo para o desenvolvimento de um produto singular que as integra. Diante desse contexto, surgiu a questão de pesquisa do presente estudo: de que forma a interdisciplinaridade presente nos MADEs desenvolvidos por professores no processo de formação inicial de diferentes áreas do conhecimento pode contribuir para uma transformação da prática docente?

Assim, o objetivo deste artigo é analisar como a interdisciplinaridade presente nos MADEs desenvolvidos por professores em formação inicial, contribui para transformar a prática docente. Utiliza-se, portanto, uma fundamentação teórica que discute sobre o acesso a novos elementos metodológicos na formação de professores, possibilitando o desenvolvimento da autonomia e criatividade, por parte dos licenciados, ao permitir que pensem em novas maneiras de conceber a ação do professor em seu ofício da docência, de novas formas de organização do tempo pedagógico e das instituições, indo ao encontro das ideias pensadas para a educação por autores contemporâneos (Lima, Loureiro, 2022).

2. TECNOLOGIAS, INTERDISCIPLINARIDADE E OS MADES

As TDICs estão cada vez mais inseridas na vida dos estudantes, oferecendo novas oportunidades para melhorar o processo de ensino-aprendizagem (Almeida et al., 2017). No entanto, o uso dessas ferramentas nas práticas educativas, visando acessar e trabalhar informação, produzir recursos educativos e potencializar aprendizagens mais ativas e colaborativas, ainda é incipiente (Costa, 2009). Esse cenário reflete a carência de formação específica dos professores para integrar as TDICs em suas práticas pedagógicas, dificultando ainda mais a implementação de abordagens inovadoras (Siqueira et al., 2021). Para enfrentar tais desafios, reformas curriculares nos programas de formação de professores são necessárias, com ênfase na integração tecnológica e no diálogo entre professores de diversas disciplinas (Avila et al., 2017).

Desde a década de 1980, com o projeto EDUCOM implantado em parceria com o Ministério da Educação, vêm sendo propostas iniciativas para desenvolver pesquisas e formar professores quanto à aplicação da informática nos processos de ensino e aprendizagem (Valente, 1993). Apesar disso, as formações ainda tendem a ser teóricas e distantes da realidade da sala de aula (Lima, 2014), agravadas pela falta de infraestrutura adequada nas escolas brasileiras, como internet de alta qualidade e computadores atualizados (CGI.br, 2018). São estes os fatores que contribuem para a precarização do uso das TDICs na prática docente e que geram desmotivação entre professores para participar de formações que envolvem o uso dessas tecnologias. Ao mesmo tempo, a onda tecnológica está sendo acompanhada por uma geração de "nativos digitais" (Prensky, 2010), que têm acesso a tecnologias desde antes da alfabetização formal (Godoi & Padovani, 2009).

No entanto, há uma defasagem entre a velocidade de evolução das tecnologias e as práticas de ensino, que muitas vezes ainda fazem uso de recursos como apresentações de slides, considerados enfadonhos e dispersivos em comparação ao universo digital acessado pelos alunos em seus dispositivos móveis (Alves, 2015). Essa defasagem reflete a necessidade urgente de integrar as TDICs nos processos de ensino e aprendizagem de forma significativa e

conectada à realidade dos estudantes (Almeida & Valente, 2011). No contexto da formação de professores, a integração das TDICs tem sido tímida, mesmo no Ensino Superior, onde as formações tendem a focar no conteúdo teórico, sem proporcionar condições pedagógicas práticas que permitam a inovação nas práticas de ensino (Riedne & Pischetola, 2016). Assim, é fundamental que as formações contemplem o uso pedagógico das tecnologias digitais para transformar as práticas docentes, como já previsto nas Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013).

Portanto, os MADEs são uma forma promissora de integração entre as TDICs e o ensino-aprendizagem, particularmente na formação inicial de professores. Eles permitem que essa integração ocorra de maneira contextualizada e interdisciplinar, promovendo assim, conforme Japiassu (2006), a interação e influência mútua entre as disciplinas. Fazenda (2013) ressalta que a interdisciplinaridade enriquece o aprendizado mútuo, sendo essencial para a formação de uma prática docente mais integrada e colaborativa. A interdisciplinaridade contempla a associação entre ensino e pesquisa, e sua prática transforma o ensino pautado na transmissão de um conhecimento “pré-fabricado” na construção de um novo saber, produzido de forma crítica e coletiva (Japiassu, 2016). Para Japiassu, (2016, p. 4) “precisamos substituir o paradigma que nos obriga a conhecer por disjunção e redução pelo paradigma que nos permite conhecer por distinção e conjunção”.

Contudo, os principais desafios do ensino interdisciplinar e do uso das TDICs incluem a fragmentação das disciplinas, a falta de diálogo entre docentes e gestores, e o desconhecimento sobre as tecnologias por parte dos professores (Avila et al., 2017; Soares et al., 2021). Ainda assim, o uso das TDICs, associado à interdisciplinaridade, é um caminho promissor para transformar a prática docente (Lima & Loureiro, 2016). Os MADEs são ferramentas capazes de exemplificar essa integração, possibilitando uma aprendizagem mais ativa, criativa e autoral, especialmente na formação inicial de professores, onde as TDICs podem servir como ponte entre a docência e o uso eficaz das tecnologias em sala de aula (Bezerra et al., 2023).

3. METODOLOGIA

Este estudo qualitativo de caráter descritivo (Lüdke & André, 1986) foi realizado durante o componente curricular Tecnodocência, oferecido como optativo para cursos de Licenciatura em uma Instituição Pública de Ensino Superior (IPES), com 64 horas de duração, nos semestres de 2023.1 e 2023.2. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da própria IPES (CAAE: 68041923.9.0000.5054) e seguiu as Resoluções nº 466/2012 e 510/2016, referentes a pesquisas com seres humanos.

A disciplina Tecnodocência foi ministrada por dois docentes permanentes da IPES, com o suporte de um bolsista de graduação, e incluiu a produção de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) em formato de livro jogo. Esta forma de literatura interativa coloca o leitor no papel de protagonista, que toma decisões que influenciam o rumo da narrativa (Figueiredo & Bidarra, 2015). Em que foi adotada uma perspectiva interdisciplinar, a qual promove o intercâmbio e a integração de especialistas de diferentes áreas, conforme o conceito de Japiassu (2006).

O processo de pesquisa foi dividido em três etapas: planejamento, coleta e análise dos dados. Na primeira etapa, foi estabelecido um plano de análise que incluiu o estudo direto dos

dois MADEs produzidos em 2023. Essa análise se baseou na divisão do material em partes para examinar os conteúdos de forma detalhada, complementada pela leitura dos roteiros, que forneciam informações como disciplinas trabalhadas, conteúdos e objetivos dos materiais.

Na segunda etapa, a coleta incluiu a análise dos MADEs e seus roteiros, verificando os conceitos integrados pelos licenciandos durante a produção dos materiais. Essa etapa focou nas relações entre os temas e disciplinas presentes, considerando orientações e teorias discutidas previamente com os estudantes na disciplina sobre tecnologia, interdisciplinaridade e metodologias ativas. Cada grupo teve autonomia para definir o próprio tema e formatos de mídia que seriam produzidos (ex: vídeo, animação, quiz), desde que o resultado fosse digital.

Na terceira etapa, os MADEs foram analisados em relação a duas categorias: tema e inter-relação entre as áreas, conforme os elementos da interdisciplinaridade. Segundo Japiassu (2006), o tema deve ser abrangente o suficiente para englobar todos os conteúdos, sem favorecer nenhum deles especificamente, enquanto os conteúdos precisam ser abordados de forma inter-relacionada, promovendo a cooperação entre as disciplinas. Avaliamos então a diversidade das equipes — com estudantes de áreas como Educação Física, Biologia, Química e Letras Inglês — e a maneira como os conteúdos de cada área se integravam no material. Analisamos se o tema neutro e amplo, como em "Culinária", possibilitava uma abordagem equilibrada, em que cada passagem relacionava problemas que envolviam pelo menos duas ou três disciplinas, como Inglês, Matemática e Biologia. Essa estrutura assegurava uma interação colaborativa entre as áreas, fortalecendo a interdisciplinaridade no desenvolvimento dos conteúdos.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Para esta análise, foram considerados os MADEs intitulados Culinária e Labirinto - Cuida na fuga, hospedados nos endereços <https://tecnodocencia.itch.io/made-grupo-4-20232> e <https://tecnodocencia.itch.io/made-grupo-4-20231>, desenvolvidos em formato de livro jogo por dois grupos de estudantes da disciplina Tecnodocência, estes materiais foram produzidos, respectivamente, em 21/09/2023 e 07/09/2023. O livro jogo é compreendido como uma forma de literatura interativa em que o leitor toma decisões que afetam o desenvolvimento da narrativa, integrando texto com elementos multimídia, como imagens, áudio, vídeo e animações (Figueiredo & Bidarra, 2015). A interatividade, por sua vez, configura-se como “[...] uma obra na qual o leitor pode, fisicamente, mudar o discurso de acordo com sua interpretação e produzir significado dentro do próprio discurso” (Andersen, 1990, citado em Aarseth, 1995, p.49). A interatividade, como proposta nos MADEs, representa uma estratégia importante para motivar e engajar os alunos, aproximando-os dos conteúdos de forma dinâmica. Segundo Valente (2015), o uso de elementos interativos pode despertar o interesse dos estudantes ao permitir que sejam protagonistas de seu próprio aprendizado.

Outro ponto a ser destacado é o uso das TDICs, que foram fundamentais para a criação dos MADEs e para promover a interatividade. No entanto, nem todos os alunos demonstraram o mesmo nível de familiaridade com essas tecnologias, o que trouxe desafios para a execução plena das atividades. Conforme Moran (2015) destaca, o uso das TDICs no ensino pode tanto ampliar quanto restringir o acesso ao conhecimento, dependendo do grau de preparo e suporte pedagógico oferecido aos estudantes. Nesse sentido, seria interessante pensar em estratégias

que ajudem a nivelar as habilidades tecnológicas dos discentes, garantindo maior equidade no processo de aprendizagem.

Os MADEs analisados demonstraram características que os definem como trabalhos interdisciplinares, alinhando-se às perspectivas de Japiassu (2006). A escolha de temas amplos e neutros, como “Culinária” e “Labirinto”, possibilitou uma integração de conteúdos de áreas diversas — incluindo Biologia, Química, Física, Inglês, Educação Física e História. Essa estrutura favoreceu interações que evidenciam uma colaboração efetiva entre os saberes, com o roteiro dos materiais permitindo identificar conexões entre os conteúdos e reafirmando o caráter cooperativo e colaborativo do desenvolvimento dos MADEs, abordando diretamente as questões da pesquisa sobre barreiras e oportunidades na construção da interdisciplinaridade.

Este estudo, de caráter qualitativo e descritivo, analisou o desenvolvimento dos MADEs ao longo do componente curricular Tecnodocência, uma disciplina optativa oferecida a licenciandos de uma Instituição Pública de Ensino Superior (IPES). Produzidos em formato de livro jogo, os MADEs procuraram promover uma experiência de aprendizado interativa e integrada, onde cada disciplina influenciava e era influenciada pelas demais, contribuindo para a desfragmentação do conhecimento, conforme discutido por Japiassu (2006). Contudo, apesar da integração entre áreas, disciplinas como Biologia e Química se destacaram em relação a Inglês e História, devido à maior familiaridade dos alunos com as Ciências da Natureza. Esse desequilíbrio, que pode comprometer a visão holística das temáticas interdisciplinares, reflete um desafio comum nas abordagens interdisciplinares, onde, conforme Carvalho, Rocha e Borges (2017) apontam a partir das ideias de Morin (2018), a hierarquia entre as disciplinas persiste como um entrave à integração igualitária dos campos do conhecimento.

Nesse contexto, a descrição dos MADEs será realizada de acordo com as características discutidas neste estudo, analisando cada um dos materiais desenvolvidos de forma individual. O primeiro MADE, intitulado *Culinária*, abrange cinco áreas do conhecimento — Biologia, Química, Física, Inglês e Educação Física — em uma abordagem interdisciplinar. A distribuição dos conteúdos curriculares da educação básica em cada área está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Distribuição das áreas de conhecimento e conteúdos curriculares do MADE 1.

Área do conhecimento	Conteúdo curricular
Biologia	Macromoléculas
Química	Transformações Químicas
Física	Escalas Termométricas
Inglês	Action Verbs
Educação Física	Proteína e Hipertrofia Muscular

Já o segundo MADE, *Labirinto - Cuida na Fuga*, explora quatro áreas do conhecimento: Biologia, Educação Física, História e Química, também em uma abordagem interdisciplinar. A organização dos conteúdos curriculares específicos para cada área é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Distribuição das áreas de conhecimento e conteúdos curriculares do MADE 2

Área do conhecimento	Conteúdo curricular
Biologia	Zoologia
História	História antiga (mitologia) e História da Química
Química	Tabela periódica
Educação Física	Cinesiologia

A proposta do primeiro MADE é ensinar uma receita culinária por meio de uma narrativa interativa que envolve o preparo de uma comida mediterrânea encontrada em um antigo livro de receitas de uma bisavó. Esse material é dividido em cinco partes: a primeira contextualiza a situação e apresenta uma pergunta inicial; a segunda, terceira e quarta partes trazem questões conceituais, e, por fim, a quinta parte oferece o desfecho da história, como ilustrado na Figura 1. Em cada etapa, o jogador faz escolhas que o aproximam do final ou o fazem retornar para refinar suas respostas às questões conceituais propostas.

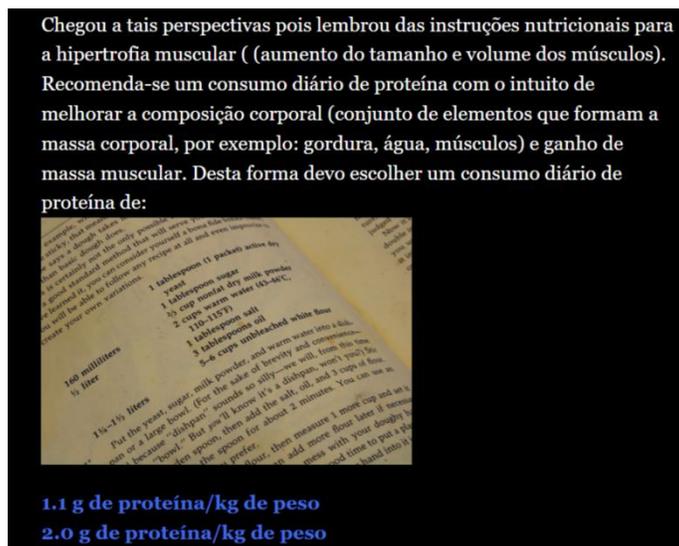


Figura 1 Imagem do MADE 1 contendo pergunta conceitual. Fonte: Grupo interdisciplinar do MADE 1 (2023)

Na terceira parte do MADE 1, encontra-se a segunda pergunta conceitual; na quarta, a terceira pergunta conceitual; e, finalmente, na quinta parte, o desfecho da história. Como é um jogo de escolhas, cada etapa em que o jogador chega pode encaminhá-lo ao desfecho da narrativa ou ao ponto de acerto anterior e até mesmo ao início da história, incentivando o jogador a realizar as escolhas corretas dentro de cada questão conceitual proposta.

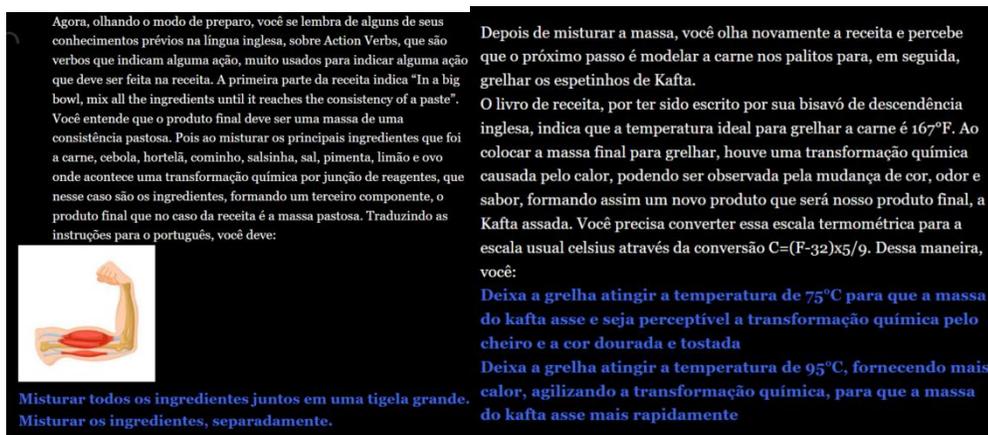


Figura 2 Imagem do MADE 1 contendo perguntas conceituais. Fonte: Grupo interdisciplinar do MADE 1 (2023)

No segundo MADE, *Labirinto - Cuida na Fuga*, é proposta a exploração de um labirinto, em que o jogador precisa encontrar elementos da tabela periódica e responder perguntas que garantam sua permanência no jogo, com seres híbridos mitológicos como guardiões desses elementos. Cada charada traz uma pergunta conceitual interdisciplinar, e, ao resolver cada charada, o jogador descobre um elemento químico. Ao reunir todos eles, o jogador encontra a resposta para escapar do labirinto por meio de uma porta que se abre apenas com o conhecimento adquirido durante o jogo.

Assim, o segundo MADE pode ser subdividido em três partes: uma narrativa introdutória em que o personagem principal e a aventura proposta são apresentadas ao leitor/jogador; uma segunda parte com três questões conceituais em forma de charadas (Figura 3), nas quais cada resposta correta libera um elemento químico. Ao conquistar todos os elementos, o jogador obtém a chave para escapar do labirinto.

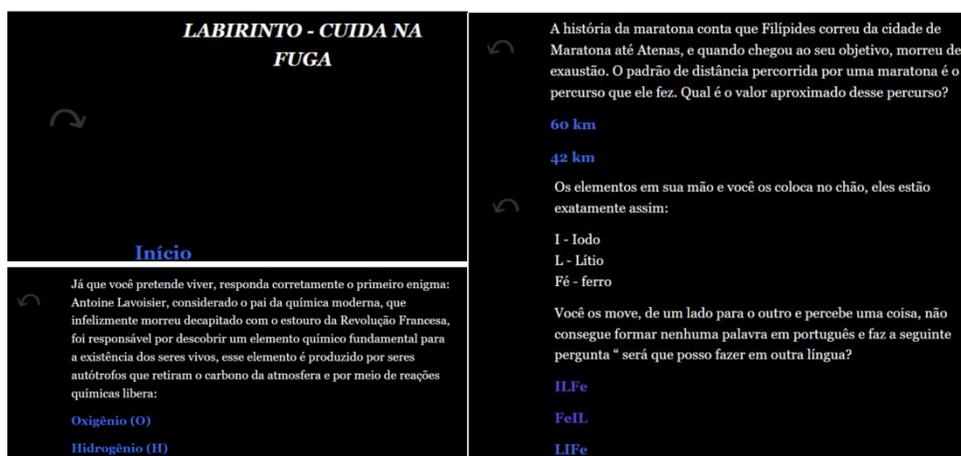


Figura 3 Capa do MADE 2 (esquerda) e perguntas conceituais. Fonte: Grupo interdisciplinar do MADE 2 (2023)

No decorrer da aventura, o leitor/jogador é levado a percorrer o labirinto, absorvendo informações contidas nos textos e respondendo às questões propostas até o desfecho final da história. Assim, por terem sido desenvolvidos por grupos mistos de professores em formação inicial, os MADEs analisados neste trabalho incorporam, em sua essência, elementos que os caracterizam como produções interdisciplinares, tomando como referência Japiassu (2006).

Após a análise detalhada dos MADES, foi possível observar também a inter-relação entre os conteúdos de cada área nos MADES. Além disso, a metodologia ativa proposta com a criação dos MADES proporcionou um espaço de aprendizado colaborativo, permitindo aos discentes trabalharem juntos em torno de um objetivo comum. No entanto, observou-se que nem sempre os alunos conseguiram fazer conexões interdisciplinares de forma autônoma. Como mencionado por Moran (2015), metodologias ativas exigem uma mediação pedagógica cuidadosa para que os alunos consigam conectar os diferentes conhecimentos de forma significativa. No caso dos MADES, percebe-se a necessidade de um acompanhamento mais estruturado, que guie os estudantes durante o processo de construção, auxiliando-os a realizar conexões mais profundas entre os conteúdos.

Ao analisarmos os conteúdos trabalhados em ambos os MADES, observa-se que foram selecionados a partir de um tema geral — como *Culinária* ou *Labirinto* —, que viabilizou, dentro de um mesmo material, o trabalho com diferentes conteúdos, como Biologia, Química, Física, Inglês, Educação Física e História. Essa relação entre tema e conteúdos só pôde ser compreendida por meio da análise do material e de seu roteiro, uma vez que os temas, por si sós, não indicam claramente as questões abordadas em cada área. Nos MADES também foi trabalhada a inter-relação entre os conteúdos, descrita no Quadro 3, que pôde ser identificada a partir do roteiro elaborado pelos discentes.

Quadro 3 - MADES, questões e conteúdos relacionados

MADE	Tema	Questão conceitual	Conteúdos relacionados
1	Culinária	1°	Biologia, Inglês e Educação Física
		2°	Inglês e Química
		3°	Física e Química
2	Labirinto	1°	Biologia, História e Química
		2°	Educação física e História
		3°	Biologia, Química e Educação física

Dessa forma, foi possível observar a inter-relação entre ao menos dois conteúdos em cada questão presente em ambos os MADES, o que evidencia a proposta de um trabalho cooperativo e colaborativo entre os discentes de diferentes áreas. Nesse sentido, fica

evidenciada a promoção de aprendizagens mútuas, através da interação entre os estudantes; além de espaço e tempo para a atuação de cada disciplina envolvida, a partir do desenvolvimento de um único produto. Essas características apresentadas nos MADEs, corroboram a ideia de um trabalho interdisciplinar, na perspectiva de Fazenda (2009). Uma vez que, de acordo com a autora, esses elementos fazem parte da natureza de um trabalho interdisciplinar, já que promovem uma troca de conhecimentos entre distintas áreas, permitindo a alocação de tempo e espaço para cada uma delas contribuir para o desenvolvimento de um produto singular que as integra. Isso evidencia uma interdependência entre os conteúdos envolvidos, facilitando uma aprendizagem mútua.

Sendo assim, compreende-se que os MADEs podem contribuir para o desenvolvimento de uma ação docente interdisciplinar a partir do momento que abordam os conteúdos Biologia, Química, Física, História, Inglês e Educação Física de forma interconectada, demonstrando, de maneira geral a interconexão entre áreas frequentemente percebidas como distintas como Ciências e Linguagens. Além disso, a implementação das metodologias ativas nos MADEs permitiu aos estudantes uma maior autonomia no processo de construção dos materiais. Contudo, como apontado por Bacich e Moran (2018), essa autonomia precisa ser acompanhada por papel mais ativo do professor como facilitador das relações interdisciplinares, essa mediação pedagógica precisa ser bem estruturada, para que a colaboração realmente promova uma aprendizagem significativa. Já que a ausência de uma orientação adequada pode dificultar a construção de conexões profundas entre os conhecimentos.

Nesse sentido, a aprendizagem colaborativa, como incentivada nos MADEs, traz desafios importantes na formação inicial de professores, especialmente em contextos interdisciplinares. Segundo Ávila e Couto (2013), o trabalho em grupo requer habilidades de comunicação e negociação que nem todos os estudantes possuem ou desenvolvem com facilidade, o que pode gerar desequilíbrios nas contribuições de cada participante. Os membros de uma equipe devem estar envolvidos e em sintonia nos processos de trabalho, levando em considerações suas habilidades individuais, confiança, comunicação eficaz, feedbacks constantes, ética e respeito mútuo. E mais uma vez, para aumentar os benefícios dessa colaboração, é essencial que o professor seja um mediador nessa dinâmica, ajudando a distribuir responsabilidades de forma equilibrada e promover a cooperação.

No entanto, apesar dessas potencialidades, os MADEs ainda precisam ser aprimorados em relação a outros aspectos da interdisciplinaridade, especialmente no que tange à distribuição dos conteúdos. O formato e a construção dos MADEs podem levar ao destaque de uma ou mais áreas em detrimento das demais, influenciando a compreensão de determinados processos a partir de uma vertente específica. Essa falta de equilíbrio pode impactar a visão dos estudantes sobre o conhecimento, prejudicando o desenvolvimento de uma perspectiva mais integrada e holística durante o processo de ensino-aprendizagem. Assim, ao reconhecer essas limitações, torna-se fundamental que futuras implementações dos MADEs busquem uma abordagem ainda mais equilibrada e diversificada em relação aos conteúdos interdisciplinares.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A análise dos dois MADEs desenvolvidos por grupos interdisciplinares de licenciandos indicou que, ao integrar diferentes disciplinas e perspectivas, esses materiais promovem uma

prática pedagógica mais colaborativa e inovadora. Os MADEs analisados demonstraram ser eficazes ao fomentar a aprendizagem mútua entre os estudantes e ao permitir que os futuros professores desenvolvessem novas formas de pensar e organizar o tempo pedagógico e os processos educativos. Isso reforça a ideia de que a interdisciplinaridade pode ser um caminho potente para o desenvolvimento de uma docência mais criativa e autônoma, como sugerido pela fundamentação teórica.

Entretanto, observou-se que o uso de elementos visuais e o design dos MADEs ainda precisam ser aprimorados para que se tornem mais significativos e possam apoiar plenamente a formação docente. Embora este estudo tenha se concentrado em apenas dois exemplos de MADEs, os resultados indicam a importância de continuar explorando e desenvolvendo essas ferramentas, a fim de fortalecer a capacidade dos futuros professores de atuarem de maneira interdisciplinar, autônoma e criativa.

REFERÊNCIAS

- Aarseth, E. (1997). *Cybertext: Perspectives on ergodic literature*. Johns Hopkins University Press. <https://williamwolff.org/wp-content/uploads/2013/01/aarseth-ergodic-ch1-1997.pdf>
- Almeida, C. M. M. de, Costa, R. D. A. da, & Lopes, P. T. C. (2017). Análise do desempenho acadêmico e da aprendizagem significativa no ensino superior utilizando tecnologias digitais. *Nuances: Estudos sobre Educação*, 28(1), 25-43. <https://doi.org/10.14572/nuances.v28i1.4836>
- Almeida, M. D., & Valente, J. A. (2011). *Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes*. São Paulo: Paulus, 1, 93.
- Alves, C. da C., & Heckler, V. (2018). TDIC na formação de professores em ciências e matemática. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 1(2). <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2018v1i2.7667>
- Alves, L. M., da Costa, F. C., & Lima, A. G. (2015). As tecnologias de informação e comunicação em licenciatura intercultural indígena: Caso da UFG. <https://tede2.pucgoias.edu.br/bitstream/tede/730/1/LENICE%20MIRANDA%20ALVES.pdf>
- Avila, L. A. B., de Vargas Matos, D., Thiele, A. L. P., & Ramos, M. G. (2017). A interdisciplinaridade na escola: Dificuldades e desafios no ensino de ciências e matemática. *Revista Signos*, 38(1). <https://doi.org/10.22410/issn.1983-0378.v38i1a2017.1176>
- Azevedo, A. B. de, & Olivério, M. A. (2016). Autoria e parceria na construção de materiais didáticos digitais na EaD. In *Caminhos da educação a distância: uma década de democracia, aprendizagem e experiência* (pp. 14-22). São Bernardo do Campo: Universidade Metodista de São Paulo.
- Bacich, L., & Moran, J. (2018). *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática*. Penso Editora. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7722229/mod_resource/content/1/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf
- Bezerra, E. L. C., Hitzschky, R. A., Freire, R. S., & Filho, J. A. C. (2023). Metodologias ativas e o protagonismo discente na produção de mídias digitais no ensino superior. *#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 12(2). <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/6876>
- Bidarra, J., Figueiredo, M., & Natálio, C. (2015). Interactive design and gamification of ebooks for mobile and contextual learning. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 9(Special Issue on Mobile and Contextual Learning), 24-32. <http://dx.doi.org/10.3991/ijim.v9i3.4421>
- Carvalho, I. A., Rocha, T. R. S., & Borges, M. R. (2017). *Os sete saberes necessários à educação do futuro: Reflexões e um novo olhar sobre o tema*. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 12(1), 103-119. <https://doi.org/10.21723/riaee.v12.n1.6993>

- Comitê Gestor da Internet no Brasil. (2019). *TIC Educação: Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras*.
https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/216410120191105/tic_edu_2018_livro_eletronico.pdf
- Costa, F. (2009). Um breve olhar sobre a relação entre as tecnologias digitais e o currículo no início do séc. XXI. In: VI Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2009, pp. 293-307.
<https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5878/1/%282009%29COSTA%2cF%28UmBreveOlharSobreDigit al%26Curr%c3%adculo%29ChallengesUMinhoBraga.pdf>
- Fazenda, I. C. A. (2009). *Formação de professores: Dimensão interdisciplinar*. Revista Brasileira de Formação de Professores, 1(1).
- Fazenda, I. C. A., & Ferreira, N. R. S. (Eds.). (2013). *Formação de Docentes Interdisciplinares*. Editora CRV.
- Godoi, K. A. de, & Padovani, S. (2009). Avaliação de material didático digital centrada no usuário: Uma investigação de instrumentos passíveis de utilização por professores. *Production*, 19, 445-457.
<https://doi.org/10.1590/S0103-65132009000300003>
- Japiassu, H. (2006). *O sonho transdisciplinar: E as razões da filosofia*. Rio de Janeiro: Imago.
- Lima, L. de. (2014). *Integração das tecnologias e currículo: A aprendizagem significativa de licenciandos de Ciências na apropriação e articulação entre saberes científicos, pedagógicos e das TDIC* (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Lima, L. de, & Loureiro, R. C. (2016). Integração entre Docência e Tecnologia Digital: o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais em contexto interdisciplinar. *Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade*, 13(14). <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/Art11-ano8-vol17-dez2016.pdf>
- Lima, L. de, Loureiro, R. C., & Teles, G. (2017). Interdisciplinaridade e Tecnologias Digitais na transformação da compreensão de Docência. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (20), 16-27. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-99592017000200003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Lima, L. de, Rocha, M. A. C. da, & Loureiro, R. C. (2023). Tecnologias digitais e interdisciplinaridade no ensino de fisiologia humana. *Revista Contexto & Educação*, 38(120).
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Moran, J. M. (2015). *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Aprendizagem Baseada em Projetos, Problemas e Colaboração*. Penso Editora.
- Morin, E. (2018). *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Cortez Editora.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 2-6.
<https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Ribeiro, R. R. (2021). *Materiais didáticos digitais (MDD) no ensino de Química: Aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem* (Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Licenciatura em Química). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, Itumbiara.
https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/1254/1/tcc_Reyla%20Rodrigues%20Ribeiro.pdf
- Riedner, D. D. T., & Pischetola, M. (2016). Tecnologias digitais no ensino superior: Uma possibilidade de inovação das práticas?. *EFT: Educação, Formação & Tecnologias*, 9(2), 37-55.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6119342>
- Robson, N. R., & Couto, S. V. O. (2013). A importância do trabalho em equipe: Uma revisão de literatura. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 12(1), 103-119.
<https://catolicadeanapolis.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2018/11/Robson-%c3%81vila-e-Sabrina-Couto-A-import%c3%a2ncia-do-trabalho-em->

.pdf#:~:text=tem%20como%20objetivo%20discutir%20a%20import%C3%A2ncia%20do%20trabalho,e%20gestores%20desta%20%C3%A1rea%20para%20despertar%20a%20%C3%A7%C3%B5es%20cotidiana

- Silva, E. J. da, & Gonçalves, E. A. (2024). Interdisciplinaridade no ambiente escolar: Um desafio para a ação docente e discente. *Humanas em Perspectiva*, 61. <https://periodicojs.com.br/index.php/hp/article/view/2018>
- Siqueira, C. F. R., Molon, J., & Franco, S. R. K. (2021). Professores de TDIC nos cursos de formação docente: Desafios dos profissionais frente às tecnologias educacionais. *Ensino da Matemática em Debate*, 8(1), 42-60. <https://doi.org/10.23925/2358-4122.2021v8i1p42-60>
- Soares, D. M. R., de Lima, L., Teles, G., Loureiro, R. C., & Mercado, L. P. L. (2021). Interdisciplinaridade e uso das tecnologias digitais da informação e comunicação na formação de licenciandos(as). *Revista Tecnologia e Sociedade*, 17(47), 141-153. <https://doi.org/10.3895/rts.v17n47.10269>
- Valente, J. A. (1993). O projeto Educom: Uma experiência brasileira. In J. A. Valente (Org.), *O computador na sociedade do conhecimento* (pp. 121-134). Campinas: UNICAMP.

**UM ESTUDO COM ALUNOS DE 9º ANO SOBRE ENVOLVIMENTO E PRÁTICAS
EPISTÉMICAS RECORRENDO A SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS**

**A STUDY WITH 9TH GRADE STUDENTS ON ENGAGEMENT AND EPISTEMIC PRACTICES USING
COMPUTATIONAL SIMULATIONS**

**UN ESTUDIO CON ESTUDIANTES DE 9º GRADO SOBRE PARTICIPACIÓN Y PRÁCTICAS
EPISTÉMICAS UTILIZANDO SIMULACIONES COMPUTACIONALES**

Carla Alves¹, Ana Edite Cunha¹, Isabel Sousa¹, Fátima Moura¹ & Nonato Medeiros²

¹Escola Secundária São Pedro, Portugal

²Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal

carlavilelaalves@gmail.com; anaedite1@sapo.pt; isabelsousa@saopedro.pt; fatimacoelho@saopedro.pt;
nonatojinior@escolar.ifrn.edu.br

RESUMO | Neste trabalho, pretende-se identificar e descrever as características das práticas epistémicas dos alunos e do seu envolvimento produtivo, durante o uso de simulações computacionais (SC). O estudo foi realizado com 140 alunos de nono ano de escolaridade em aulas de física e química com a utilização de SC. Foi feito o acompanhamento através de uma ficha experimental semiaberta. Os resultados permitem compreender como os alunos se envolvem produtivamente e as principais práticas epistémicas (PE) que emergem desta implementação. Verificou-se que apareceram PE de elevado nível, como: questionar conceptualmente; conceptualizar; manusear conceptualmente; avaliar criticamente; comunicar autonomamente, etc. O uso das SC no ensino das Ciências é uma mais-valia para explorar conteúdos que exigem uma abstração maior permitindo que os alunos se envolvam autonomamente e aprendam mais e melhor.

PALAVRAS-CHAVE: Autonomia; Desenho da tarefa; Práticas de ensino; Aprendizagem, Conceptualizar.

ABSTRACT | In this work, we intend to identify and describe the characteristics of students' epistemic practices and their productive engagement, during the use of computer simulations (CS). The study was carried out with 140 ninth-year students in Physics and Chemistry classes using computer simulations. Monitoring was carried out using a semi-open experimental Task. The results allow us to understand how students engage productively, and the main epistemic practices that emerge from this implementation. It was found that high-level practices such as questioning conceptually, conceptualizing, handling conceptually, critically evaluating, communicating autonomously appeared. The use of CS in Science teaching is an asset for exploring content that requires greater abstraction, allowing students to engage autonomously and learn more and better.

KEYWORDS: Autonomy; Task design; Teaching practices; Learning, Conceptualize.

RESUMEN | En este trabajo pretendemos identificar y describir las características de las prácticas epistémicas de los estudiantes y su involucramiento, durante el uso de simulaciones por computadora (CS). El estudio se llevó a cabo con 140 estudiantes de nono grado de Física y Química mediante simulaciones por computadora. El seguimiento se realizó mediante un formulario experimental semiabierto. Los resultados nos permiten comprender cómo los estudiantes se involucran productivamente y las principales prácticas epistémicas que emergen de esta implementación. Se encontró que prácticas de alto nivel como Cuestionar conceptualmente, Conceptualizar, Manejar conceptualmente, evaluar críticamente, comunicar de forma autónoma, apareció. El uso de la informática en la enseñanza de las ciencias es una ventaja para explorar contenidos que requieren una mayor abstracción, permitiendo a los estudiantes participar de forma autónoma y aprender más y mejor.

PALABRAS CLAVE: Autonomia; Diseño de tareas; Prácticas de enseñanza; Aprender, Conceptualizar.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de tecnologias informáticas na sala de aula consubstanciada a plataformas autênticas e interativas tem-se tornado popular pelos impactos positivos no processo de ensino e aprendizagem (Pucholt, 2021). No ensino da física e da química o uso de simulações computacionais (SC) está associado à ativação de múltiplas práticas sistémicas em ciências, tais como, observar, medir, prever, controlar variáveis, formular hipóteses e interpretar resultados. Também estão descritos benefícios para os alunos ao promover mecanismos de metacognição, a reflexão sobre a sua aprendizagem e melhorar a motivação e o interesse pela aula (e disciplina) (Ouahi et al, 2023). Contudo, a eficácia das SC surge associada à forma e ao modo como são utilizadas na sala de aula, às estruturas de apoio desenvolvidas e ao alinhamento das atividades desenvolvidas em SC com o currículo previsto (Cravino, 2023). Estes factos sugerem que os professores assumem um papel crucial, uma vez que os meios de integrar as SC nas suas práticas pedagógicas podem variar e influenciar os resultados de aprendizagem previstos. As metodologias e estratégias de ensino devem ser intencionalmente planificadas atendendo à utilização de SC e priorizando a promoção de aprendizagens significativas. Compete, portanto, ao professor maximizar o potencial associado à utilização de SC no processo de ensino e da aprendizagem das ciências.

Ensinar na contemporaneidade, com a centralidade do processo de ensino e da aprendizagem no aluno e a promoção da capacitação digital dos alunos, constitui um desafio que os normativos legais que regulamentam o sistema de ensino português, têm colocado aos professores do ensino básico e secundário. Neste sentido, e com recurso à simulação PhET, projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado (<http://phet.colorado.edu>) (Perkins et al., 2014) que se tem revelado eficaz no ensino das ciências (Pucholt, 2021), planificou-se uma sequência didática de química- Modelo atómico, no âmbito da disciplina de ciências físico químicas do nono ano de escolaridade. O desenvolvimento das aprendizagens essenciais: “Relacionar a constituição de átomos e seus isótopos e de iões monoatômicos com simbologia própria e interpretar a carga dos iões” (DGE, 2020, p. 9) privilegiou a utilização da simulação interativa PhET- Constrói um átomo. Foi, ainda, elaborada e disponibilizada aos alunos uma ficha experimental intencionalmente desenvolvida sob abordagem de ensino investigativo centrado no aluno e mobilizador de práticas epistémicas de elevado nível.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

A complexidade do mundo atual exige que na escola se desenvolva um currículo promotor do desenvolvimento das competências esperadas num cidadão do século XXI a quem corresponderá um futuro desafiante e imprevisível. O DL 55/2018, o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO, 2017) e as Aprendizagens Essenciais (AE, 2018) são alguns dos documentos emanados do Ministério da Educação que outorgam às escolas e aos professores uma maior autonomia para a flexibilização e inovação no desenvolvimento do currículo assente em estratégias geradoras de ambientes e metodologias de aprendizagem que potenciem o desenvolvimento de diversas competências e a aquisição de múltiplas literacias (Alves et al., 2019). Esta nova forma de olhar a educação apresenta grandes implicações para a forma de encarar o professor e o aluno. Ser professor hoje, implica afastar-se da dimensão

eminentemente prescritiva do ato educativo, assente na premissa *magister dixit*, como que sendo o único detentor da verdade e do saber. Ao invés, pede-se ao professor que crie intencionalmente e, de forma sistemática, ambientes de aprendizagem em que os alunos são impelidos a produzir conhecimento, muitas vezes, a partir de problemáticas a serem resolvidas e/ou exploradas. O aluno é o agente protagonista, é ele o responsável pelo seu envolvimento direto, participativo e reflexivo nas etapas do processo de aprendizagem. Este processo envolverá a capacidade de pesquisar, analisar, sintetizar, elaborar, apresentar, questionar, entre outros (Moran, 2018).

As tecnologias digitais podem constituir-se como recursos estratégicos para desenhar e constituir espaços de aprendizagem inovadores, criar condições para a adoção de pedagogias ativas e melhorar as aprendizagens dos alunos (Agyei et al., 2019) contribuindo, portanto para desenvolver no aluno, o preconizado no PASEO. Mas, para que isso ocorra é necessário um bom planejamento da atividade por parte do professor, que deve assumir o papel de mediador entre o aluno e o computador. São vários os estudos que demonstram que o ensino de ciências, nomeadamente, o ensino de química, por vezes, com conteúdos abstratos, de difícil compreensão e visualização pelos estudantes potenciam a memorização de informações, fórmulas e conhecimentos, o que limita a qualidade das aprendizagens dos alunos, além de contribuírem para a desmotivação em aprender e estudar (Yamaguchi, 2021). O processo de ensino e da aprendizagem com uso de simulações interativas poderá contribuir para a planificação de aulas mais dinâmicas e interativas favorecendo a construção do conhecimento, com uma abordagem real do contexto social dos estudantes (Rahmawati et al., 2022). Têm sido também destacados os efeitos positivos da utilização das SC na promoção da interatividade e dinamismo, assim como, num maior envolvimento e autonomia dos alunos (Simó-López, & Sánchez, 2021).

O estudo que se apresenta foi desenvolvido num ambiente de aprendizagem por investigação com recurso a SC devido à pertinência da integração de simulações de computador e aprendizagem por investigação nas salas de aulas. Entre os softwares e programas educacionais, tem-se destacado software de simulação PhET (Physics Education Technology), desenvolvido pela Universidade de Colorado, permitindo o estudo de simulações virtuais de química, física, matemática e biologia.

A atividade de aprendizagem foi planificada por professoras de físico-química para alunos do nono ano de escolaridade, tendo como horizonte a promoção das competências previstas no PASEO e assentou em pressupostos como a centralidade do aluno no processo educativo, materializada na seleção de tarefas/atividades de ensino e de aprendizagem ativas e promotoras do envolvimento e participação dos alunos na construção do seu conhecimento (Salame & Makki, 2021).

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A experiência de ensino e aprendizagem que se apresenta foi desenvolvida numa Escola Secundária pública, no norte do país, com cerca de 1100 alunos. O projeto de intervenção foi planificado por professoras de física e química e aplicado em turmas do nono ano de escolaridade, tendo como horizonte a promoção das competências previstas no Perfil dos Alunos à saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO, 2017).

Assim, neste trabalho recorreu-se ao recurso digital, SC PhET- Constrói um átomo, que permite que os alunos recorrendo a representações de prótons, neutrões e eletrões construam representações de diferentes átomos e iões, explorando o Modelo Atómico.

Este recurso foi utilizado com 140 alunos e, como anteriormente referido, trabalhada a aprendizagem essencial (AE): “Relacionar a constituição de átomos e seus isótopos e de iões monoatômicos com simbologia própria e interpretar a carga dos iões” (DGE, 2020, p. 9).

A utilização da simulação interativa como recurso central na aprendizagem, por parte dos alunos, teve como suporte uma ficha experimental, disponibilizada pelas professoras e, intencionalmente desenvolvida sob abordagem de ensino investigativo centrado no aluno, mobilizador de diversas práticas epistémicas e priorizando áreas de competência do PASEO, (2017, p. 19) como “raciocínio e resolução de problemas, pensamento crítico e pensamento criativo, saber científico, técnico e tecnológico e desenvolvimento pessoal e autonomia”. Para desenvolvimento das AE definidas a ficha experimental incluiu recursos como, texto documental, vídeos temáticos e o manual adotado.

Antes de iniciar o estudo do Modelo Atómico, com recurso ao simulador interativo do PhET, foi proposto aos alunos, primeira sessão, responderem a um conjunto de questões (pré-teste) de modo a identificar os conhecimentos daqueles sobre o tema a explorar. A ficha de avaliação de conhecimentos aplicada aos alunos versava sobre os conteúdos, partículas constituintes do átomo, massa e carga dos átomos; número atómico e número de massa; elemento químico (símbolo químico), representação átomos/isótopos e iões monoatômicos através do símbolo do elemento químico e atendendo ao número atómico e número de massa; isótopos e iões.

O desenvolvimento e cumprimento da ficha experimental foi precedida de uma (curta) tarefa de exploração livre e individual da simulação interativa de modo a permitir que os alunos se familiarizassem com aquela (Figura1).

INDICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

1. Utilize o simulador indicado e siga as instruções do guião, registando as respostas nos locais adequados.

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt.html

Constrói um átomo



- ▶ Clique em  a fim de poder realizar as diversas atividades propostas.
(Nota: o simulador também pode ser descarregado de forma gratuita para o computador pessoal!)

2. Crie um documento digital de modo a guardar as capturas do ecrã das tarefas realizadas.
Nota: Podes fazer a captura do ecrã

Figura 1 Adaptado da ficha experimental de suporte à atividade

A tarefa desenvolveu-se em seis aulas de 50 minutos, de forma individual, com recurso a computador portátil e (internet). A exploração dos conteúdos supracitados estava organizada

em três problemas e uma tabela para registo da informação. A partir dos registos efetuados, os alunos procederam à sistematização e, posteriormente, responderam a um exercício de aplicação das aprendizagens. Foi opção das professoras disponibilizar aos alunos o Problema 2 quando todos os alunos tivessem concluído o Problema 1, este procedimento foi adotado para todas as atividades da ficha experimental. A seguir apresentam-se, a título de exemplo, duas atividades presentes na ficha experimental:

[...] **Problema 2:** Como sabes, hoje é possível saber a idade das múmias do Egito!

O carbono-14 é um isótopo instável que se forma na atmosfera por ação dos raios cósmicos, sendo incorporados nos organismos vivos. Quando um ser vivo morre, deixa de incorporar carbono-14, que se vai transformando noutros isótopos. Medindo a quantidade de carbono-14, pode saber-se a data da morte do organismo”.

O que caracteriza um isótopo?

Para Saberes Mais: Datação por Carbono-14 <https://www.youtube.com/watch?v=AIJlfGbJIDc>

Atividade

[...] Propõe um percurso de pesquisa para que possas responder aos problemas apresentados.

Sugestões: (anota as ideias que pretendes verificar; explicita as “experiências a realizadas com a simulação” que pretendes fazer para verificar as tuas ideias e responder a cada problema). [...]

Por último, os alunos tiveram oportunidade de regressar à aplicação para, com um jogo, validar as suas aprendizagens.

Durante quatro sessões, os alunos foram respondendo autonomamente às atividades apresentadas na ficha experimental com mediação/orientação do professor. A mediação ocorreu, por via de ações e linguagem, no sentido de promover PE, ajudando os alunos a relacionar a sua prática e explicação dos fenómenos com o modelo teórico. Ainda que a opção tenha sido pelo trabalho individual, houve espaço para a troca de ideias e colaboração entre alunos e, sempre que necessário e oportuno, houve discussão em grande grupo. Foi estratégia das professoras, realizar o visionamento dos materiais de suporte à atividade- vídeos, no grupo turma, contribuindo para uma melhor gestão do tempo e criando momentos para recentrar o foco de todos os alunos no cumprimento da atividade.

Na aula número seis (e última) foi aplicado aos alunos o mesmo conjunto de questões, apresentadas antes da lecionação dos conteúdos em estudo, para verificar o que cada aluno foi capaz de aprender quando o professor interveio estrategicamente, mas de forma muito pontual. O cumprimento desta tarefa de controle foi previamente acordado com os alunos e constituiu um instrumento com fins classificatórios para a disciplina.

A análise das ações dos alunos no envolvimento produtivo foi elaborada adaptando as tabelas de Cunha A. E. (2015). As dimensões de análise foram determinadas face : (a) à iniciativa dos alunos para se envolverem nas tarefas; (b) ao envolvimento dos alunos na disciplina; (c) aos indicadores de produtividade dos alunos. A partir de cada ficha experimental/pintscreen

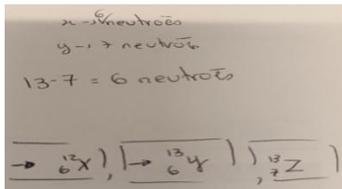
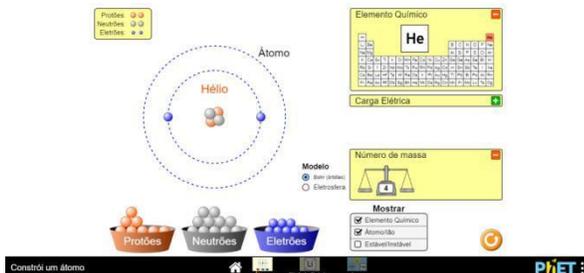
identificaram-se variáveis relativas às evidências do envolvimento dos alunos durante a execução da tarefa na aula usando a Simulação Computacional e dos indicadores da produção dos alunos. A partir do mesmo documento foram identificadas variáveis relativas às evidências de PE dos alunos durante a execução da tarefa e adotada por Cunha A.E. (2015). A cada aluno (A) e turma (T) foi atribuído um número diferente.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Durante a realização da atividade, a generalidade dos alunos esteve empenhada, interessada e interventiva. Conseguiram cumprir com os objetivos propostos e responderam de forma correta às atividades da ficha experimental tendo concluído autonomamente a tarefa. Foram também validadas formalmente as aprendizagens efetuadas pelos alunos com a aplicação do pós - teste.

A mediação do professor, atendendo à intencionalidade assumida para esta tarefa, priorizou dar iniciativa aos alunos, reservando ao professor o reforço, junto dos alunos, na motivação, no seu envolvimento e provocando a reflexão, incentivando-os a comparar as previsões teóricas com os resultados obtidos com a SC. Assim, na Tabela 1 apresentam-se alguns exemplos, para cada variável dicotômica, evidenciando a existência de envolvimento e este ser produtivo.

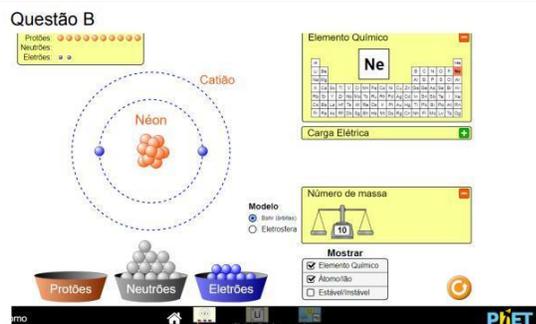
Tabela 1 - Variáveis dicotômicas sobre o envolvimento e produção, breve definição e exemplos Adaptado de Cunha (2015)

Definições	Exemplos
Tomar a iniciativa das suas ações como por exemplo, questionando, fazendo ou propondo algo, etc.	 <p style="text-align: center;">A1, T1</p>
Envolver-se na tarefa através de diálogo, do registo de informação, visualização de imagens, realização de atividade recorrendo ao uso da SC, etc.	<p>[...] Primeiro começamos por adicionar dois prótons e dois eletrões na simulação e observamos que a massa do átomo era dois, em seguida adicionamos dois prótons e reparamos que a massa se tinha alterado para quatro. Podemos dizer que a massa depende da soma dos neutrões e dos prótons. [...]</p>  <p style="text-align: center;">A2, T2</p>

Definições

Mostrar sinais de não estarem mobilizados na execução da tarefa, e.g., distraídos, conversarem com os colegas, não estarem a entender o que se pretende, ou porque já realizaram a tarefa, etc.

Exemplos



[...] Os alunos não se envolveram, fizeram ao acaso, criando uma partícula que não existe. [...]

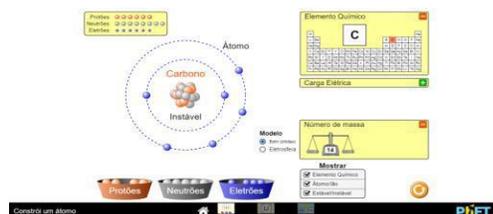
A3, T4

O produto da tarefa realizada pelos alunos é apresentado sobre a forma escrita, como por exemplo, execução de cálculos, textos, diagramas, descrições, etc.

[...] Primeiro comecei por colocar 1 protão, 1 eletrão, 1 neutrão e verifiquei qual foi o elemento químico que se formou, depois adicionei neutrões e vi se havia alterações; de seguida, coloquei 2 protões, 2 eletrões e 2 neutrões e registei a carga elétrica; retirei 1 eletrão e vi a carga elétrica. [...]

A4, T7

O produto da tarefa é algo observável numa forma não verbal tal como manusear a SC, escolher os modos de operar a SC, etc.

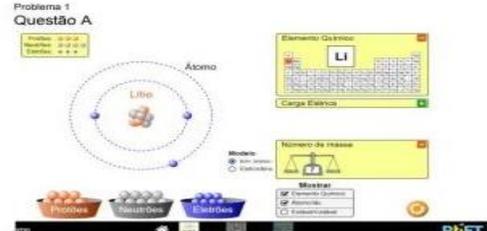
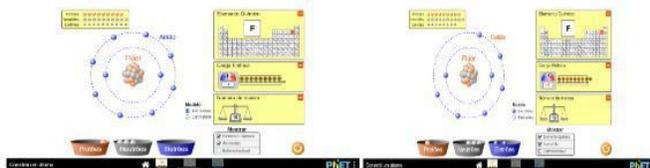
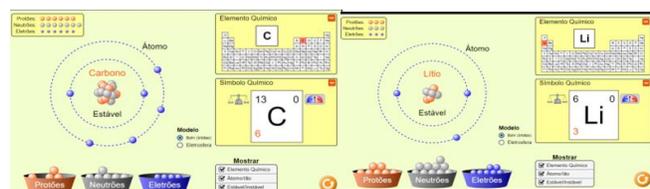
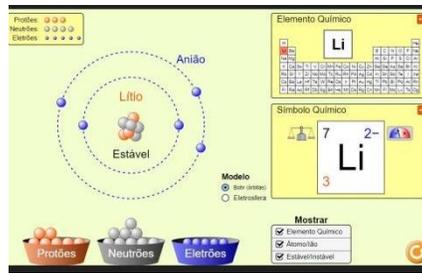


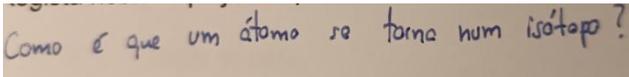
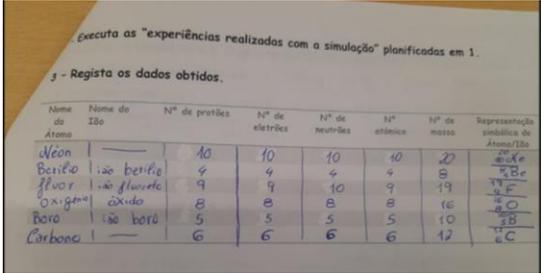
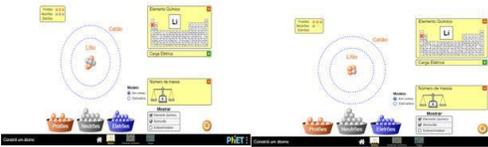
[...] Primeiramente adicionámos seis protões para dar o elemento químico carbono e seis eletrões; para formar o isótopo carbono-14 adicionamos oito neutrões para a massa deste dar catorze e para ficar instável, e observamos que isótopos têm o mesmo número de protões e diferente número que neutrões. [...]

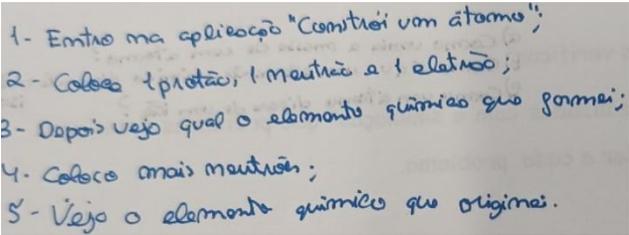
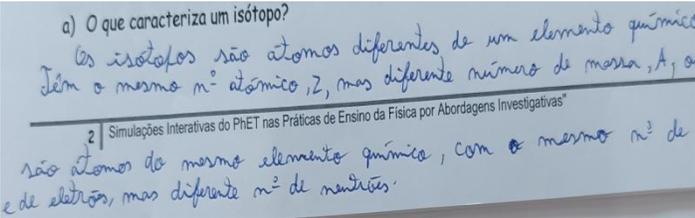
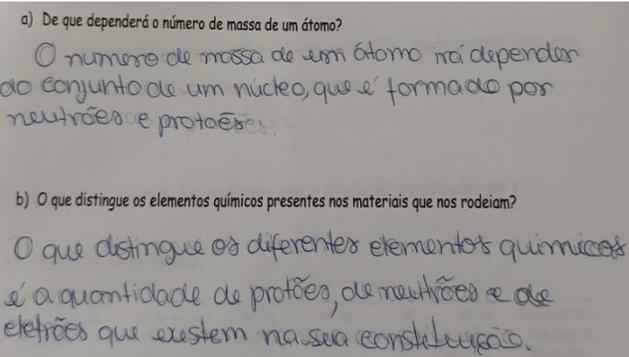
A1, T1

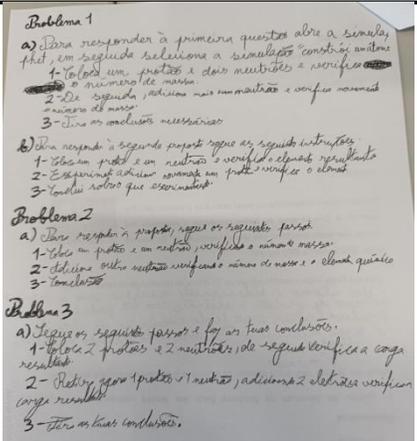
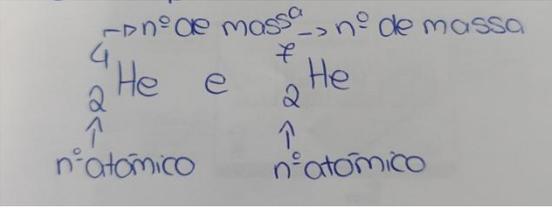
Seguidamente, também a partir de cada ficha experimental identificaram-se variáveis relativas às evidências de PE dos alunos durante a execução da tarefa na aula (uso da SC) (Tabela 2). Através das evidências é feita a primeira tentativa de codificação. Cada codificação recebe uma designação sucinta, bem como a respetiva definição.

Tabela 2 - Práticas Epistêmicas (PE): Emergência de categorias - Adaptado de Cunha (2015)

Prática epistêmica dos alunos	Definição de cada variável	Exemplos
Observar	Os alunos de <i>per se</i> ou orientado pelo professor, observam e descrevem imagens, esquemas, montagens experimentais, etc.	 <p>A2, T1</p>
Interpretar	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, interpretam imagens, esquemas, diagramas, objetos, resultados experimentais, etc, usando o conhecimento científico.	 <p>Nestes prints percebemos que quando um átomo ganha elétrons fica com carga elétrica negativa, designados por ânions, enquanto que se perder elétrons fica com carga elétrica positiva, designados por cátions.</p> <p>A3, T3</p>
Apresentar ideia mobilizadora	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, mobilizam conhecimento prévio para adiantar um possível caminho para resolver o problema	<p>[...] Vou construir na aplicação o carbono-12 e o carbono-13 e ver o que os diferencia; também vou construir um átomo e um íon e ver o que acontece. [...]</p> <p>A4, T4</p>
Identificar condições empíricas	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, reconhecem ou referem as condições da situação física em que o fenômeno(s) ocorre.	 <p>A5, T5</p>
Manusear factualmente	Os alunos manipulam equipamento seguindo instruções do professor, ou tentativamente sem serem guiados pelo conhecimento.	 <p>A6, T5</p>

Prática epistémica dos alunos	Definição de cada variável	Exemplos
Questionar factualmente	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, questionam para clarificar termos, observações ou aspetos relacionados com as condições empíricas do fenómeno.	 <p style="text-align: center;">A7, T6</p>
Organizar informação	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, procura informação, regista, classifica ou organiza a recolha dos dados	 <p style="text-align: center;">A8, T1</p>
Estabelecer relações	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, estabelecem relações entre dados, variáveis e/ou conceitos em diferentes situações.	 <p data-bbox="789 1146 1425 1220">Adicionamos 8 prótons e eletrões, vimos que o número de massa é 16, e que o número atómico é 8 e então subtraímos o número de massa com o número atómico para saber número de neutrões e deu 10.</p> <p style="text-align: center;">A9/A10, T3</p>
Questionar conceptualmente	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, formulam questões e problemas baseados em conhecimento para obterem novas compreensões do fenómeno, conceitos, modelos.	<p data-bbox="773 1304 1438 1367">[...] o que é um isótopo instável? Como é que o carbono-14 se vai transformando noutros isótopos? [...]</p> <p style="text-align: center;">A11, T2</p>
Conceptualizar	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, fazem a representação simbólica do fenómeno.	 <p data-bbox="829 1703 1409 1745">Nestes prints estão presentes isótopos, pois para serem isótopos, é necessário que o elemento químico tenha o mesmo número atómico, ou seja, número de prótons, mas diferente número de massa.</p> <p style="text-align: center;">A12, T3</p>

Prática epistêmica dos alunos	Definição de cada variável	Exemplos
Manusear conceitualmente	Os alunos de <i>per se</i> manuseiam equipamento guiados pelo seu conhecimento.	 <p style="text-align: center;">A13, T2</p>
Comunicar não autonomamente	Os alunos apresentam as suas ideias, ou resultados, fortemente relacionados com as sugestões ou solicitações do professor.	 <p style="text-align: center;">A14, T3</p>
Avaliar criticamente	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, analisam e argumentam, fazendo avaliação crítica de hipóteses, recursos, resultados, uso de linguagem, etc.	<p>[...] No Problema 3 analisamos a diferença entre um átomo e um ião; um ião é um átomo que ganha ou perde elétrons; (...) quando é retirado elétrons o ião fica positivo, quando acrescentamos elétrons fica negativo; através da tabela 4 aprendemos a fazer a representação simbólica dos átomos, identificando os prótons (elétrons), número de massa e neutrões. [...]</p> <p style="text-align: center;">A15, T3</p>
Validar	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, validam a construção de conhecimento através: teste experimental; teste conceptual; discussão entre pares e o professor.	<p>[...] Verifiquei que o número de massa depende do número de prótons e neutrões sendo a soma destes; que o elemento químico depende do número atômico e que nenhum tem o mesmo n^o atômico. [...]</p> <p style="text-align: center;">A16, T7</p>
Fazer previsões	Os alunos fazem uma declaração sobre possíveis resultados experimentais ou teóricos tendo em conta a explicação de parâmetros e condições em que o raciocínio assenta.	 <p style="text-align: center;">A17, T2</p>

Prática epistémica dos alunos	Definição de cada variável	Exemplos																								
Formular hipótese	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, fazem uma declaração baseada em conhecimento prévio para guiar o trabalho epistémico.	 <p style="text-align: center;">A18, T1</p>																								
Comunicar autonomamente	Os alunos de <i>per se</i> , ou orientados pelo professor, apresentam as suas ideias, resultados, ou conclusões sobre o seu trabalho epistémico.	<p>[...] O fazer estas experiências pude comparar as respostas que dei aso problemas, Verifiquei que o número de massa depende do número de protões e neutrões sendo a soma destes; que o elemento químico depende do número atómico e que nenhum tem o mesmo nº atómico; averigui que isótopos são átomos cujo núcleo tem o mesmo nº de protões (carbono-12 e carbono-13);por fim, verifiquei que se retirar eletrões ao átomo ele trona-se um ião negativo, se acrescentar torna-se num ião positivo. [...]</p> <p style="text-align: center;">A19, T7</p>																								
Usar artefacto	Os alunos usam, ou mostram como usar, o artefacto para melhorar a sua compreensão.	<p>[...] A professora verifica que os alunos estavam a trabalhar com a simulação. [...]</p> <p style="text-align: center;">Todos os alunos</p>																								
Introduzir representação	Os alunos introduzem uma representação com que eles podem trabalhar (e.g. equação, imagem, tabela, ...) através da sua manipulação, melhorando a sua compreensão.	<table border="1" data-bbox="771 1291 1453 1386"> <thead> <tr> <th>Nome do Átomo</th> <th>Nome do Ião</th> <th>Nº de protões</th> <th>Nº de eletrões</th> <th>Nº de neutrões</th> <th>Nº atómico (Z)</th> <th>Nº de massa (A)</th> <th>Representação simbólica do Átomo/Ião</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hidrogénio</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>He</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">A4, T4</p>	Nome do Átomo	Nome do Ião	Nº de protões	Nº de eletrões	Nº de neutrões	Nº atómico (Z)	Nº de massa (A)	Representação simbólica do Átomo/Ião	Hidrogénio		1	1	1	1	2	H			2	2	2	2	4	He
Nome do Átomo	Nome do Ião	Nº de protões	Nº de eletrões	Nº de neutrões	Nº atómico (Z)	Nº de massa (A)	Representação simbólica do Átomo/Ião																			
Hidrogénio		1	1	1	1	2	H																			
		2	2	2	2	4	He																			
Usar representação	Os alunos usam, ou mostram como usar, a representação para melhorar a sua compreensão.	 <p style="text-align: center;">A20, T2</p>																								

Como apontado anteriormente, as professoras apresentaram a tarefa como desafio e envolveram os alunos na tarefa, incentivando-os a assumir uma atitude de iniciativa e dando-lhes

autoridade para a executarem sozinhos. Em resposta a estas solicitações, os alunos envolvem-se efetivamente na tarefa, mostrando iniciativa e produção escrita e oral, verbalizando a sua aprendizagem através da execução da tarefa e registando na ficha experimental os resultados da aprendizagem efetuada.

Relativamente às práticas epistémicas, os resultados apontam que também nesta situação, ou seja, utilizando a tarefa como desafio e o professor (mediador) potenciou a exposição a uma maior variedade de práticas epistémicas dos alunos. Os alunos observaram o ecrã do computador ou interpretam os resultados obtidos com a SC. Inicialmente, os alunos manuseiam o artefacto (SC) factualmente, mas depois de ficarem mais familiarizados, passam a manusear conceptualmente, por exemplo. Os resultados apontam que as atividades propostas permitiram aos alunos a oportunidade de mobilizar práticas epistémicas descritas à utilização de SC, como interpretar, questionar, prever, relacionar, entre outras (Barbot, et al., 2017).

Os resultados evidenciam que a tarefa experimental promoveu o envolvimento e a frequência de PE dos alunos. Estas evidências surgem em dois aspetos: (a) os desafios para os alunos são mais claros (situação física mais descritiva e desafio mais bem formulado), e (b) mais aberto (questionar os alunos é um maior compromisso para realizar a tarefa). Ou seja, a formulação e implementação da tarefa teve um efeito importante para fazer emergir PE e envolvimento produtivo dos alunos.

A utilização da SC gerou interesse e aumentou a participação ativa dos alunos o que está em linha com o relatado nos vários estudos referenciados neste trabalho.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

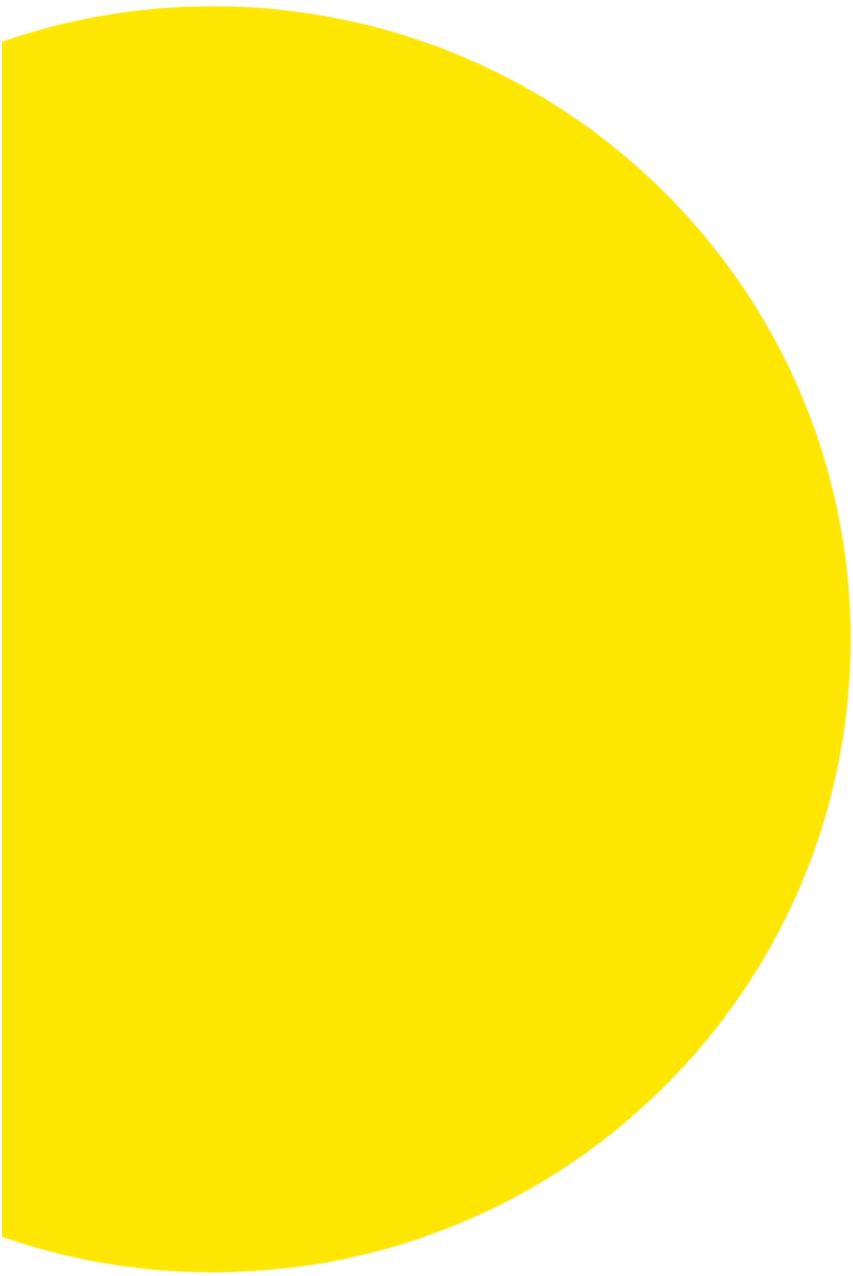
A mediação adotada pelo professor, priorizando a iniciativa dos alunos e intervindo oportunamente, com promoção de momentos de reflexão, individuais e/ou em grupo, reorientando a ação do aluno, contribui para uma maior motivação e envolvimento dos alunos. Se os alunos estão envolvidos produtivamente têm práticas epistémicas em simultâneo, isto porque os esforços do professor provocam o aparecimento de PE e de envolvimento. O desenvolvimento da tarefa com recurso a uma ficha de atividade permite, ainda, o desenvolvimento de mais e melhores PE dos alunos (frequência, diversidade, equilíbrio de práticas epistémicas por tipo) e, cumulativamente mais produtivo é o envolvimento. A ligação entre o envolvimento dos alunos e as características de mediação de professores com as PE é bastante forte.

Mesmo que os professores não consigam efetivamente integrar todos os esforços de promoção de PE nas suas aulas, em geral, quanto mais esforços conseguem integrar nas suas práticas de mediação, maior é a possibilidade de promover nos seus alunos PE de elevado nível e, conseqüentemente mais aprendizagens de qualidade.

O desenvolvimento deste estudo parece corroborar que o uso estruturado de SC fomenta a criação de ambiente de sala de aula centrados no aluno, potenciando o envolvimento produtivo dos alunos e promove PE de alto nível, contribuindo para a qualidade das aprendizagens dos alunos. Pode ser, portanto, um recurso didático promotor do perfil do aluno descrito no PASEO e como tal, deve ser adotado para as salas de aulas.

REFERÊNCIAS

- Alves, S., Madanelo, O., & Martins, M. (2019). Autonomia e flexibilidade curricular: caminhos e desafios na ação educativa. *Gestão E Desenvolvimento*, (27), 337-362. <https://doi.org/10.7559/gestaoedesenvolvimento.2019.38>
- Agyei, E. D., Jita, T., & Jita, L.C. (2019). Examining the effectiveness of simulations-based lessons in improving the teaching of high school physics: Ghanaian pre-service teachers' experiences. *Journal of Baltic Science Education*, 18 (6), 816-832. <http://oaji.net/articles/2019/987-1576224886.pdf>
- Barbot, A., Pinto, A., Viegas, C., Santos, C.A., & Lopes, J.B. (2017). Ensino de Ciências Utilizando Simulações Computacionais – Estudo em Contexto de Formação de Professores do Ensino Básico. *Revista Sensos-e*. (2). <http://sensos-e.esse.ipp.pt/?p=7839>
- Cunha, A. E. (2015). Construção de práticas de referências no ensino da Física para o Ensino Secundário. [Tese de Doutoramento]. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Disponível em: <https://catalogo.biblioteca.utad.pt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=68909>
- Cunha, A. E., Lopes, J.B., Cravino, J. P., & Santos, C.A. (2012). Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 635-659.
- Cravino, J.P. (2023). Simulações Computacionais no Ensino de Ciências e Tecnologia. [Provas de Agregação em Didática de Ciências e Tecnologia]. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Disponível em: <https://repositorio.utad.pt/server/api/core/bitstreams/03fc27e0-ca2e-4d04-951b-44bde06cd02f/content>
- Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho da Presidência de Conselho de Ministros. (2018). Diário da República n.º 129/2018, Série I de 2028-07-06, páginas 2928-2943.
- DGE (2020). *Aprendizagens Essenciais de Física e Química, Cursos Profissionais*. Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência.
- DGE (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência.
- Lopes, J.B., Cunha, A. E., Santos, C.A., Saraiva, E., & Cravino, J. P., Dinis, F. (2012). Envolver os alunos produtivamente em aulas de física e química durante uso de simulações computacionais: Dois professores com mediações distintas e uso distinto das simulações. *Revista Sensos*, 2 (2). <http://hdl.handle.net/10400.22/6305>
- Moran, J. (2013). Educação híbrida: Um conceito-chave para a educação. En T. N. Bacich (Org.), *Ensino híbrido: Personalização e tecnologia na educação* (pp. 28-45). Penso
- Ouahi, M. B., Mohamed, A. H., Hassouni, T., Abdesselam, A., & Ibrahim, El. (2023). The Effect of Using Computer Simulation on Students' Performance in Teaching and Learning Physics: Are There Any Gender and Area Gaps? *Hindawi. Education Research International*. Volume 2021, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/6646017>
- Pucholt, Z. (2021). Effectiveness of simulations versus traditional approach in teaching physics. *European Journal of Physics*. 42(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6404/abb4ba>
- 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). <https://doi.org/10.21601/ijese/10966>
- Simó-López, Y., & Sánchez, D. F., (2021). Análisis del uso de un simulador de colisiones para resolver un accidente de tráfico. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 39-3, 51-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3330>
- 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. <https://doi.org/10.3926/jotse.1597>
- Yamaguchi, K. K. de L. (2021). Ensino da Química Inorgânica mediada pelo uso das tecnologias digitais no período de ensino remoto. *Revista Prática Docente*, 6 (2). <http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n2.e041.id998>



**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.

**USO DO CHATGPT NO PLANEAMENTO DO ENSINO DE QUÍMICA –
POTENCIALIDADES E DESAFIOS DA IA PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA**

USE OF CHATGPT IN PLANNING CHEMISTRY TEACHING – POTENTIALS AND CHALLENGES OF AI
FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION

USO DE CHATGPT EN LA PLANIFICACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA – POTENCIALES Y
DESAFÍOS DE LA IA PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

José Luís Araújo¹, Isabel Saúde², António Pedro Costa³, J. Bernardino Lopes⁴

¹Universidade de Aveiro e CIDTFF, Portugal
jlaraujo@ua.pt

²Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e CIQUP, Portugal
isabelalexandrasaude@gmail.com

³Universidade de Aveiro e CIDTFF, Portugal
apcosta@ua.pt

⁴Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e CIDTFF, Portugal
blopes@utad.pt

RESUMO | A mesa redonda explorou o potencial do *ChatGPT* para revolucionar o ensino da química. Embora a ferramenta de IA se tenha mostrado promissora na geração de protocolos laboratoriais personalizados, os participantes também destacaram vários desafios, incluindo o risco de imprecisões científicas e a necessidade de supervisão dos professores. A discussão enfatizou a importância da formação de professores para integrar eficazmente a IA nas salas de aula e a evolução do papel dos professores na facilitação da aprendizagem dos alunos num ambiente orientado pela IA. A discussão destacou os desafios significativos da integração da IA na educação, incluindo a resistência dos professores devido à carga de trabalho e à falta de formação. Embora os alunos possam estar ansiosos por adotar novas tecnologias, foram levantadas preocupações sobre as suas capacidades de pensamento crítico ao utilizar ferramentas de IA. O futuro da IA na educação foi concebido como uma experiência de aprendizagem personalizada, mas também foram enfatizadas as considerações éticas e o potencial de utilização indevida.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial, ChatGPT, Ensino de Química, Atividades laboratoriais, Papel do Professor.

ABSTRACT | The roundtable discussion explored the potential of *ChatGPT* to revolutionize chemistry education. While the AI tool showed promise in generating customized lab protocols, participants also highlighted several challenges, including the risk of scientific inaccuracies and the need for teacher oversight. The discussion emphasized the importance of teacher training to effectively integrate AI into classrooms and the evolving role of teachers in facilitating student learning in an AI-driven environment. The discussion, also, highlighted the significant challenges of integrating AI into education, including teacher resistance due to workload and a lack of training. While students may be eager to adopt new technologies, concerns were raised about their critical thinking skills when using AI tools. The future of AI in education was envisioned as a personalized learning experience, but ethical considerations and the potential for misuse were also emphasized.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, ChatGPT, Chemistry Teaching, Laboratory Activities, Teacher Role.

RESUMEN | La mesa redonda exploró el potencial de ChatGPT para revolucionar la enseñanza de la química. Si bien la herramienta de IA se ha mostrado prometedora a la hora de generar protocolos de laboratorio personalizados, los participantes también destacaron varios desafíos, incluido el riesgo de imprecisiones científicas y la necesidad de supervisión del profesorado. El debate enfatizó la importancia de la formación de docentes para integrar eficazmente la IA en las aulas y el papel cambiante de los docentes a la hora de facilitar el aprendizaje de los estudiantes en un entorno impulsado por la IA. El debate destacó los importantes desafíos que plantea la integración de la IA en la educación, incluida la resistencia de los docentes debido a la carga de trabajo y la falta de formación. Si bien los estudiantes pueden estar ansiosos por adoptar nuevas tecnologías, han surgido preocupaciones sobre sus habilidades de pensamiento crítico al utilizar herramientas de inteligencia artificial. El futuro de la IA en la educación se imaginó como una experiencia de aprendizaje personalizada, pero también se enfatizaron las consideraciones éticas y el potencial de uso indebido.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, ChatGPT, Enseñanza de la Química, Actividades de Laboratorio, Rol del Profesor.

1. INTRODUÇÃO

A *APeDuC Revista* foca-se na educação científica, matemática e tecnológica, valorizando igualmente a investigação e a prática fundamentada nessas áreas. A Secção 3 promove a interação entre prática e investigação, através de mesas-redondas online com professores e investigadores. Nesta secção visa-se fomentar o diálogo crítico sobre temas específicos, contribuir para uma agenda de investigação e prática educativa e alinhar-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (UN, 2015).

A articulação entre a investigação em educação científica e a prática profissional de professores é um campo de grande relevância, especialmente em ciências, pois visa aprimorar as práticas de ensino e fortalecer a formação de professores. No entanto, essa relação enfrenta desafios devido às diferenças entre a natureza da pesquisa acadêmica e o contexto prático da sala de aula, onde os conhecimentos teóricos muitas vezes necessitam de adaptação para serem eficazes e relevantes para os alunos e professores em ambientes variados. A integração de tecnologia na articulação entre a investigação em educação científica e a prática profissional dos professores tem sido fundamental para transformar a dinâmica de ensino e aprendizagem. A literatura recente explora o impacto de ferramentas tecnológicas, como plataformas digitais, inteligência artificial (IA) e realidade aumentada (RA), que permitem novas abordagens de ensino e a criação de recursos mais interativos e acessíveis para os alunos (Haleem et al., 2022). Por exemplo Tammets e Ley (2023) exploram a complexidade da integração de tecnologias de IA na formação profissional de professores, destacando como a IA pode potenciar as capacidades de observação e tomada de decisão docente. A proposta que fazem envolve professores no design de soluções de IA, promovendo a sua visão profissional, raciocínio fundamentado e o desenvolvimento de novos modelos mentais pedagógicos, enriquecendo, assim, as práticas educativas.

A mesa-redonda decorreu online, no dia 15 de outubro de 2024, e teve tem como pre(texto) o artigo “Can *ChatGPT* Enhance Chemistry Laboratory Teaching? Using Prompt Engineering to Enable AI in Generating Laboratory Activities” da autoria de José Luis Araújo e Isabel Saúde publicado na revista *Journal of Chemical Education* em 2024 (Araújo & Saúde, 2024). O artigo está disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.3c00745>.

O estudo explora a capacidade do *ChatGPT* para apoiar o ensino da química, gerando protocolos de atividades laboratoriais alinhados com o currículo português do 11º ano. Utilizando a engenharia de *prompts*, os investigadores avaliaram a capacidade do *ChatGPT* para produzir protocolos cientificamente exatos e pedagogicamente sólidos. Embora o *ChatGPT* tenha criado com sucesso atividades laboratoriais de química compreensíveis, surgiram preocupações sobre as suas limitações científicas, especialmente no que diz respeito à segurança e sustentabilidade. O estudo sublinha a necessidade da experiência dos professores para garantir a qualidade do ensino, defendendo uma abordagem crítica sobre a integração de ferramentas de IA no ensino.

Estiveram presentes nesta mesa-redonda os autores do artigo e o investigador em IA generativa, António Pedro Costa. Moderou a mesa redonda o editor da *APeDuC Revista*, contribuído igualmente para discussão.

1.1 Questões centrais da mesa redonda

A mesa-redonda foi organizada de modo a contemplar três momentos, cada um deles tendo por base uma questão orientadora, previamente partilhada com todos os participantes:

Questão1 – Qual é o contexto e motivação para a investigação sobre o uso do *ChatGPT* na produção de guiões de laboratório de Química, quais são as principais ideias e sua relevância e impacto? Esta questão é tratada na secção 2.

Questão 2 – No artigo explora-se como se pode gerar protocolos experimentais para certas atividades no laboratório de química usando o *ChatGPT* e os desafios que é necessário considerar pelo professor para as adotar como boas. Neste artigo, o uso do *ChatGPT* está na perspetiva do professor como forma de o ajudar a gerar tarefas chamando a atenção para os cuidados que devem ser tidos. Eis algumas questões específicas: 1) Esta abordagem para gerar tarefas não replica ou emula os modelos de tarefas existentes ou pelo menos os modelos maioritários? 2) Como se pode preparar os professores para lidarem com os problemas identificados no artigo (e.g. forma de iterar os *prompts* e limitações ou erros do produto final)? 3) De que modo o uso do *ChatGPT* pelo professor o prepara para ele lidar com o uso do *ChatGPT* pelos alunos? 4) Como podemos articular a investigação sobre o uso de artefactos com incorporação de IA no ensino e aprendizagem de Ciências, Matemática e Tecnologia com o seu uso efetivo pelos professores? Este conjunto de questões é tratado na secção 3.

Questão 3 – Esta questão centra-se no uso futuro de artefactos com incorporação de IA pelos professores no ensino e aprendizagem de Ciências, Matemática e Tecnologia e como esta abordagem pode contribuir para os ODS. Eis as questões específicas: 1) Que direções da investigação educativa é necessário acautelar para um uso eficaz de artefactos com incorporação de IA salvaguardando o objetivo 4 dos ODS, em particular o objetivo 4.4? 2) Em que medida a incorporação de artefactos com incorporação de IA no ensino e aprendizagem de Ciências, Matemática e Tecnologia pode contribuir para o objetivo 9 dos ODS? 3) Que cenários de uso proveitoso de artefactos com incorporação de IA podemos traçar para os próximos 5 ou 10 anos? Este conjunto de questões é tratado na secção 4.

1.2 Ideias em destaque

Desta mesa-redonda, destacamos como ideias principais as seguintes:

- **Potenciais benefícios do uso da Inteligência Artificial na Educação:** Uso do *ChatGPT* na educação pode ser uma ferramenta de apoio ao ensino. A IA pode ajudar o professor a personalizar materiais e protocolos laboratoriais, tornando possível a adaptação para contextos com limitações de recursos, como falta de reagentes, em atividades experimentais.
- **Limitações e Riscos do *ChatGPT*:** São mencionados alguns dos riscos de dependência da IA em processos educativos ou investigativos, como erros em protocolos que podem ser perigosos, uso das respostas sem uma análise crítica ou falta de rigor ético na forma como se apresenta o produto final.
- **Resistência e Formação de Professores:** Discutem-se as resistências dos professores ao uso de novas tecnologias, citando exemplos de professores que relutam em adotar IA devido à falta de familiaridade e ao desconforto em sair da zona de conforto. Há

também uma discussão sobre a necessidade de formação específica para a adoção eficaz de IA em sala de aula.

- **Transformação do Papel do Professor:** A tecnologia de IA tem o potencial de modificar o papel do professor, que passa de transmissor de conhecimento a mediador e promotor da aprendizagem. O papel do professor como mediador crítico é essencial para corrigir e validar as informações fornecidas pela ferramenta, para fazer escolhas e assegurar a formação ética e a integridade da aprendizagem.
- **Desafios e Perspetivas Futuras da IA na Educação:** Há uma reflexão sobre o impacto das ferramentas de IA a longo prazo e sobre a possibilidade de os alunos exigirem, no futuro, formas de ensino mais integradas com a tecnologia digital.
- **Questões éticas.** A formação ética e integridade são fundamentais e devem ser trabalhadas desde os primeiros anos.

2. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO - CONTEXTO, IMPORTÂNCIA E IMPACTO DO USO DO *CHATGPT* PARA A ELABORAÇÃO DE PROTOCOLOS LABORATORIAIS PARA QUÍMICA

J. Bernardino Lopes. Gostaria de agradecer a vossa disponibilidade (José Luis Araújo, Isabel Saúde e António Pedro Costa) para colaborarem com a APEDUC Revista estando presentes nesta mesa redonda para discutir o uso IA no ensino de Ciências, Matemática e tecnologia tendo como base o artigo publicado por José Luis Araújo e Isabel Saúde (Araújo & Saúde, 2024). Aliás estão de parabéns, pois o artigo foi publicado recentemente e já tem várias citações. Vamos começar pedindo ao José Luis Araújo que fale do artigo tendo em consideração o contexto e motivação para a investigação sobre o uso do *ChatGPT* na produção de guiões de laboratório de Química e sobre são as principais ideias e sua relevância e impacto do artigo.

2.1 Contexto e motivação para o estudo objeto desta discussão

José Luís Araújo. Gostaria de apresentar este artigo, desenvolvido com a coautora Isabel Saúde, que não pode estar presente. Como tal, após uma troca de ideias com a Isabel, apresentar o trabalho em nome de ambos. Eu colaborei na construção do trabalho, mas a ideia partiu da Isabel. Estivemos ligados ao ensino da química no 3º ciclo do ensino básico e no ensino secundário e mantivemos o contato com as escolas. Observamos que, nas escolas, a ciência e a tecnologia tem avançado nestes últimos anos a um ritmo muito acelerado, especialmente em relação à inteligência artificial. A IA tem estado a moldar a forma como homem e máquina estão a interagir e isso tem um reflexo na forma como os alunos se relacionam com a máquina no contexto educacional. O nosso objetivo é entender como é que essa interação entre professores, alunos e IA pode ser feita em benefício da qualidade do ensino. Uma das ferramentas de inteligência artificial que mais se destaca atualmente e junto das massas é o *ChatGPT*. Por isso a escolhemos. Como tal, optámos por centrar a nossa investigação nesta ferramenta que é de fácil acesso e gratuita, o que permite, não só, trazer novas oportunidades para o contexto educativo, como também novos desafios. Pretendíamos trabalhar estes desafios na área da educação, pois os aspetos negativos da inteligência artificial poderiam ter uma repercussão ainda maior.

Os nossos alunos têm smartphones nas mãos quase todos os dias. Então podemos aproveitar essa oportunidade, recorrendo a eles para usar o *ChatGPT*, para promover uma melhor qualidade de ensino. Vários autores, na literatura mencionam o *ChatGPT* como uma ferramenta

pedagógica com um potencial muito positivo. O seu uso ajuda a melhorar práticas e aprendizagens, funcionando como um auxiliar ou facilitador do trabalho do professor. Por exemplo, um professor de química que tem várias turmas de diferentes níveis de ensino, cada uma com necessidades distintas, e diferentes alunos a carecer de diferentes níveis de atenção, poderia usar a inteligência artificial para preparar materiais diferenciados. Assim, a inteligência artificial pode facilitar essa personalização do ensino, em particular nas atividades laboratoriais. É neste aspeto que os professores sentem mais dificuldade em trabalhar, pois esta diferenciação (seja pelo número de alunos por turma, seja pelas condições do laboratório, etc.) exige muito trabalho. Utilizando o *ChatGPT* o professor pode gerar atividades que são personalizadas. Através da utilização de *prompts* adequados, o professor poderia desenvolver, com muita facilidade e rapidez, um protocolo mais aberto, por exemplo, para um aluno com um desenvolvimento cognitivo maior e simultaneamente ter uma versão com maior detalhe para os alunos com mais dificuldades. Esta flexibilidade proporcionada pela IA auxilia o professor na adaptação das suas aulas sem um aumento significativo do tempo despendido, um fator crucial num contexto em que os docentes se veem frequentemente sobrecarregados com tarefas administrativas e burocráticas.

2.2 Objetivos da investigação

José Luís Araújo. Foi nesta linha que este artigo foi concebido e desenvolvido. Ou seja, tentámos inovar nas práticas educativas, trazendo a inteligência Artificial para o ensino da química. Em particular, procurámos entender como o *ChatGPT* poderia ser usado para desenvolver protocolos laboratoriais com diferentes níveis de necessidades, como, por exemplo, a ausência de reagentes, propondo alternativas para as atividades que normalmente são feitas nas escolas e também perceber qual a correção científica e didática que os protocolos gerados têm. O artigo foi pensado como um ensaio investigativo. Inicialmente o propósito não era desenvolver trabalho para uma publicação, mas testarmos a ferramenta e percebermos o seu potencial e as suas limitações. A nossa investigação concentrou-se em atividades de química do 11º ano, onde a disciplina é obrigatória e os conteúdos abordados nas Aprendizagens Essenciais têm um grau de complexidade maior, permitindo também analisar as limitações da ferramenta, nomeadamente em termos científicos.

Para além, de vermos que atividades laboratoriais o *ChatGPT* gerava para o 11º ano, o artigo foca-se num exercício de engenharia de *prompts*. Ou seja, também tentámos perceber como poderíamos desenvolver uma *prompt* modelo que os professores pudessem replicar nas suas práticas e adequando este modelo às diferentes aprendizagens que remetem para as diferentes atividades práticas e laboratoriais que aparecem no currículo. Para nós foi uma aprendizagem no que diz respeito à construção das *prompts*, refinando-os, identificando que informações eram mais ou menos relevantes.

2.3 Potencialidades e limitações do uso do *ChatGPT* e o papel crítico do professor

José Luís Araújo. Identificámos algumas potencialidades no uso do *ChatGPT* que merecem algum destaque, nomeadamente:

- A interpretação da linguagem química. O *ChatGPT* consegue interpretar e escrever conceitos químicos de forma clara e numa linguagem acessível para os estudantes.
- Gera protocolos experimentais de uma forma bem estruturada e num numa linguagem adequada ao nível de escolaridade.
- Capacidade para propor alternativas aos protocolos tradicionais, tendo conta, por exemplo, as restrições de reagentes ou dos equipamentos disponíveis no laboratório.

Estas potencialidades já são muito trabalhadas na literatura. São vários os estudos que apontam as potencialidades do *ChatGPT*.

Todavia são menos trabalhadas as potenciais limitações do *ChatGPT* ou mesmo aspetos menos positivos ou constrangimentos. Estes não podem ser ignorados e, como tal, quisemos trazer esses tópicos para a discussão neste artigo. O artigo foca bastante as limitações da ferramenta e o *ChatGPT* ainda tem muito a melhorar. Destacamos neste ponto as seguintes limitações:

- Erros científicos que o *ChatGPT*, por vezes, ainda apresentava. Há um protocolo em particular que o *ChatGPT* propõe realizar a síntese do cloreto de prata a partir de reagentes inadequados (reagentes sem o elemento cloro na sua composição).
- Riscos de manuseamento muito elevado, propondo reagentes de toxicidade elevada.
- Também nos pareceu importante incluir no nosso exercício de engenharia de *prompts* as questões da sustentabilidade e dos riscos associados ao manuseamento na atividade, mas ainda assim este pedido não foi tido em consideração.
- As instruções para os alunos realizarem a atividade experimental não eram muito claras. Por exemplo, num protocolo não são indicadas massas ou volumes dos reagentes a medir o que dificultava a realização do trabalho pelos alunos de forma autónoma.

Ainda assim, considerámos que as potencialidades pedagógicas do *ChatGPT* ultrapassam as limitações, mas ao contrário do que muita gente pensa, o *ChatGPT* não possui capacidade de raciocínio próprio e está sujeito a falhas, uma vez que se baseia exclusivamente em padrões e dados com os quais foi treinado. Por este motivo destacámos o papel do professor como supervisor crítico do *ChatGPT*. Este papel crítico é fundamental para aproveitar as potencialidades do *ChatGPT* na sala de aula, superando limitações e utilizando a ferramenta de forma adequada ao contexto.

Além disso, ao refletir sobre o nosso trabalho, podemos apontar algumas críticas à nossa abordagem. Tentamos implementar um modelo "*one size fits all*", ou seja, tentámos ter uma *prompt* genérica adaptando apenas para a Aprendizagem Essencial que remete para a atividade prática que pudesse gerar o protocolo adequado. Esta metodologia resultou em algumas limitações. As Aprendizagens Essenciais são elaboradas de forma diferente e requerem instruções específicas. Isso significa que este aspeto poderia ser melhorado em abordagens futuras.

Este ensaio demonstra que o *ChatGPT* tem potencial para gerar protocolos laboratoriais de forma rápida, com a vantagem diferenciadora de poder adaptar-se tanto às condições reais do laboratório como às necessidades específicas dos alunos, permitindo que os professores concentrem mais tempo em aspetos pedagógicos e criativos da sua dinâmica de sala de aula. Este artigo aponta para um futuro em que a inteligência artificial pode ser uma ferramenta valiosa para os professores, desde que utilizada de forma crítica, sem nunca substituir o papel do professor no processo educativo.

Gostaria de fazer um *disclaimer*: este artigo foi desenvolvido com a versão 3.5 do *ChatGPT*, que era a versão gratuita disponível no momento em que começamos a trabalhar. Desde então, muitos desenvolvimentos ocorreram na inteligência artificial, e novas ferramentas têm surgido, o que pode ajudar a superar alguns dos constrangimentos que identificamos.

3. APROXIMAR A INVESTIGAÇÃO E A PRÁTICA EDUCATIVA SOBRE O USO DE FERRAMENTAS DE IA NA EDUCAÇÃO

J. Bernardino Lopes. Vamos passar ao segundo núcleo de questões. Este conjunto de quatro questões é genericamente sobre a articulação entre a investigação e a prática educativas. A primeira questão é saber se o uso do *ChatGPT* para gerar tarefas não replica ou emula os modelos de tarefas existentes ou pelo menos os modelos maioritariamente presentes no mundo virtual, tendo em conta a forma como a IA gera as suas respostas. A segunda questão é sobre como se pode preparar os professores, numa perspetiva proativa, para lidarem com os problemas do uso do *ChatGPT* identificados no artigo (e.g. forma de iterar os *prompts* e limitações ou erros do produto final). Uma terceira questão é sobre se o uso do *ChatGPT* pelo professor o prepara para ele lidar com o uso do *ChatGPT* pelos alunos. A última questão é como podemos articular a investigação sobre o uso de artefactos com incorporação de IA no ensino e aprendizagem de Ciências, Matemática e Tecnologia com o seu uso efetivo pelos professores. As perguntas são para ambos. Vou dar a palavra primeiro ao António Pedro Costa.

3.1 Como funcionam os modelos de IA generativa

António Pedro Costa. Atualmente estou com uma linha de investigação para criar *frameworks* que permitam mapear competências específicas e transversais no uso dos modelos de linguagem de IA generativa. Em relação à primeira pergunta, houve uma evolução muito grande da versão 3.5 do *ChatGPT* para a versão atual (4.0) A última que está em desenvolvimento e em testes ainda vai ter mais alterações promete ter capacidades de raciocínio mais avançadas, ou seja, não apresentará apenas uma solução para uma instrução. No entanto, estes modelos de linguagem de IA generativa aprendem com os dados disponíveis em grandes bases de dados. Atualmente já se discute se quando essas bases de dados “esgotarem”, os modelos de linguagem de IA generativa vão ter a capacidade de gerar dados sintéticos para poderem treinar. Isto será um problema num futuro bastante próximo.

3.2 Resistência à mudança das práticas de ensino e suas causas

António Pedro Costa. Eu parto do princípio que um professor de química, física ou matemática tem um conhecimento prévio da área. Pode-se trabalhar algumas competências específicas como a engenharia de *prompts* e outras relacionados com *human-IA collaboration* (colaboração homem-máquina) no sentido de tirar partido desta colaboração. A partir destes modelos, o professor tendo conhecimento prévio do conteúdo da área a abordar ele pode personalizar e tentar criar tarefas mais adequadas aos contextos. A maior dificuldade na replicação dos modelos às tarefas existentes e à apropriação passa pela curva de aprendizagem do professor face ao uso destas ferramentas.

José Luís Araújo: Concordo com o que o António Pedro disse. Há um aspeto da minha experiência enquanto orientador de estágios e do contacto com as escolas e os professores que é a rejeição ou aversão à tecnologia. Os motivos são vários. Ou porque a IA não gera respostas totalmente corretas do ponto de vista científico, ou porque o que a IA replica o que está nos manuais escolares, ou simplesmente porque aprender a utilizar estas ferramentas com qualidade exige tempo e esforço.

Na preparação das atividades laboratoriais, voltando ao foco do artigo, e no âmbito da preparação dos professores, eu noto que eles para além das pesquisas online e da consulta dos manuais escolares não conseguem ou não têm disponibilidade para ir pesquisar noutras fontes e, assim, desenvolver atividades laboratoriais que respondam a um determinado objetivo de aprendizagem se não houver material acessível. Ora nas escolas, muitas vezes, faltam equipamentos ou reagentes nos laboratórios didáticos, o que impede a realização de algumas atividades experimentais. Não havendo material ou equipamento previsto no protocolo, a realização de algumas atividades experimentais fica comprometida. A inteligência artificial pode ser uma ferramenta útil nesse contexto, facilitando a criação de alternativas e promovendo a aprendizagem de forma mais flexível.

O António Pedro mencionou que vê a inteligência artificial de um ponto de vista mais investigativo. Eu, porém, percebo-a como uma ferramenta prática para o trabalho didático do professor no dia a dia, que pode auxiliar na personalização de tarefas e facilitar a replicação de atividades didáticas. Ainda assim, o *ChatGPT*, apesar de, atualmente, se basear apenas nas informações com as quais foi treinado, apresenta um potencial considerável ao fornecer opções para os protocolos experimentais, de forma mais rápida e flexível que nós humanos, que podem ser exploradas pelos professores. Claro, é preciso que os professores saibam que *prompts* utilizar no *ChatGPT*. O conhecimento da engenharia de *prompts* que os professores e os próprios alunos deverão ter é um aspeto chave.

3.3 O *ChatGPT* ao gerar tarefas não replica ou emula os modelos de tarefas existentes?

J. Bernardino Lopes. A pergunta sobre saber se o uso do *ChatGPT* para gerar tarefas não replica ou emula os modelos de tarefas existentes ou pelo menos os modelos maioritariamente presentes no mundo virtual é uma pergunta provocatória. As ferramentas de IA são capazes de lidar com uma quantidade enorme de informação, superior à capacidade humana de processar informação, e isso permite lidar com os modelos de protocolos laboratoriais utilizados no mundo inteiro. No entanto, gostaria que refletissem sobre se a IA não nos está a colocar num ciclo em que as respostas geradas são as dos modelos preponderantes. Até que ponto podemos sair deste

ciclo vicioso e entrar em um ciclo virtuoso, onde poderíamos gerar algo verdadeiramente inovador e não apenas repetir o que já existe?

Antônio Pedro Costa. Atualmente estou a trabalhar com três pilares de *frameworks* para utilização da IA generativa: processos de investigação, utilização pelo professor e utilização por par dos estudantes. Por exemplo temos um projeto para alunos do 12º ano em que estão a utilizar o pensamento crítico na resolução de problemas num tema e depois explorá-lo em três disciplinas diferentes. A pergunta que o Bernardino colocou é bastante pertinente e fazendo a ponte com um artigo recente que li a semana passada (Messerli & Crockett, 2024) que é a capacidade que estas ferramentas têm de nos levar a tomar decisões, no caso da investigação, no quadro de monoculturas científicas. Ou seja, a ferramenta leva-nos a tomar decisões em detrimento de outras que eu não conheço. Entramos nesse ciclo vicioso. Por exemplo, na investigação as ferramentas de IA canalizam a usar as mesmas técnicas, os mesmos métodos. Se os estudantes, professores e investigadores não desenvolverem competências de alto nível e capacidade de apropriação de como funcionam as ferramentas de IA. Estas ferramentas são uma caixa negra que me devolve algo que não sei como foi gerado. É necessário gerar outro tipo de competências (e.g. comparação de resultados, engenharia de *prompts*) para poder ter uma apropriação sobre o que os modelos de linguagem de IA generativa podem devolver. Este processo tem de deixar de ser visto como uma caixa negra: coloco algo e obtenho resposta. Então é preciso colocar estes modelos de linguagem de IA generativa em confronto. As redes adversárias generativas permitem testar estes modelos.

Porém, da formação contínua que eu dei durante anos, desde 2004, eu considero que é muito complicado para muitos professores chegarem a um patamar de apropriação que lhes permitam tirar partido destas ferramentas para personalizarem o ensino e a aprendizagens dos alunos. Esta apropriação não é assim tão fácil e imediata. Necessita de bastante trabalho da parte de quem a usa.

José Luís Araújo: Realmente é preciso trabalharmos na formação de professores para eles desenvolverem estas competências. É um longo caminho a percorrer. Não sei se este caminho conseguirá acompanhar a rapidez com que a IA está a evoluir e se calhar estamos sempre a correr atrás do prejuízo. Quando estamos capacitados para usar uma ferramenta ela poderá estar desatualizada e substituída por outra. A questão do Bernardino é mesmo uma provocação. Se eu não tivesse refletido sobre este assunto diria que as ferramentas de IA, como o *ChatGPT* se limitam a replicar o que já foi dito, escrito e está online, tendo em conta a forma como a ferramenta é treinada. No entanto, tenho que acrescentar que esta ferramenta, por ser uma ferramenta de inteligência artificial generativa, em vez de simplesmente reproduzir textos existentes, utiliza a informação que lhe foi fornecida para gerar respostas novas e contextualmente relevantes, combinando ideias de formas que podem não existir literalmente nas fontes originais e que são aplicadas ao caso particular ou problemática apresentada pelo utilizador naquele momento. Com esta capacidade podemos evoluir e traçar outros caminhos mais promissores. Falta, para isso, a capacitação dos professores, pois estamos a falar no contexto educativo. Precisaremos de evoluir não só no uso dessas ferramentas, mas também no modo como entendemos e aplicamos a inteligência artificial no ensino para que o uso destas ferramentas possa ser efetivado.

3.4 Falta de capacitação para lidar com ferramentas de IA, formação de professores e formação de comunidades educativas

J. Bernardino Lopes. Vamos para segunda pergunta deste lote: como se pode preparar os professores para lidarem com os problemas identificados no artigo (e.g. forma de iterar os *prompts* e limitações ou erros do produto final)?

José Luís Araújo: Já falámos da formação contínua de professores e realmente estes problemas têm de ser enfrentados com a preparação dos professores para lidarem de forma mais eficiente com as ferramentas de inteligência artificial. Diria mais, tem de passar pela formação dos formadores de professores. Na formação inicial de professores na área de Didática de futuros professores de Física e Química, eu próprio sou autodidata e vou aprendendo através de leituras de formações que vou fazendo, mas ainda não me considero um expert para poder estar a ensinar a fundo como utilizar determinadas ferramentas. Eu tento fazê-lo na formação inicial de professores. Nas unidades curriculares de Didática já trabalhamos a inclusão da IA, por exemplo na construção dos planos de aula pelos futuros professores. No 2º ano, os alunos que estão na prática de ensino supervisionada, também já investigam o potencial do uso do *ChatGPT*, por exemplo, na exploração de atividades laboratoriais, ou as conceções e perceções que os alunos têm acerca do *ChatGPT*. De todo o modo acho que o futuro passa por uma colaboração entre as universidades e as escolas para capacitar os professores para uma realidade educacional que está em constante movimento no contexto da formação inicial de professores. Há ainda todos os outros professores que já estão no terreno. É necessária uma formação contínua para estes docentes. Este é o caminho para tornar a IA mais familiar. Ainda sinto alguma relutância em relação a algumas ferramentas de IA, mas a verdade é que os alunos já as usam e então faz sentido que os professores as dominem para poderem auxiliar os alunos. Acho que deveriam ser ações de formação muito concretas para que os professores pudessem ver o verdadeiro potencial nas suas aulas da sua disciplina. Muitas vezes tentamos desenvolver competências as mais transversais e depois os professores têm muita dificuldade em transpor aquelas competências para a sua realidade de sala de aula. Por exemplo uma formação sobre engenharia de *prompts*, o conhecimento de outras ferramentas de inteligência artificial para além do *ChatGPT*, ou mesmo trabalho reflexivo sobre os erros que estas ferramentas podem gerar, como se pode ultrapassar estes constrangimentos e aproveitando as partes boas e minimizando os aspetos menos positivos.

António Pedro Costa. Acho que a ideia de comunidade educativa trabalhando de forma colaborativa e cooperativa é fundamental para lidar com este problema.

Ainda estou ligado ao laboratório de inteligência artificial da faculdade de engenharia da Universidade do Porto e regularmente colabo e contacto os investigadores do laboratório, mas a maior parte do que aprendo é como auto didata. Reconheço que para a rotina dos professores, como por exemplo a minha mulher que é professora de Matemática, não há tempo de desenvolvimento de competências para lidar com ferramentas de IA de forma autodidata. Partilhando o que aprendo com a minha mulher ela pergunta-me como posso aplicar IA generativa em sala de aula. Então o efeito comunidade pode atenuar resistências e ajuda a encontrar soluções para o tipo de problemas que o José já abordou. Não é verdade que um futuro professor, por ser novo, é mais aberto a este tipo de mudanças. Recordo-me de um recurso educativo digital que o Bernardino conhece (Courseware Sere – O Ser Humano e os Recursos Naturais) que desenvolvemos em 2009 (Sá et al., 2013). Fiz vários workshops para futuros

professores e havia uma grande resistência a alguém usar um CD-ROM que fazia parte do Kit. Eu não estava preparado para isso. Eu pensava que os futuros professores já tinham uma abertura diferente. Todavia, as resistências que encontrei na formação entre os que ainda não estava no terreno e os que já estavam eram idênticas. Ou seja, as resistências não estavam relacionadas com a idade. Estão relacionadas com o não querer sair da zona de conforto. Portanto, para complementar a formação é necessário fomentar as comunidades que estão a surgir e podem facilitar o caminho.

3.5 Cultura profissional dos professores como obstáculo à adoção de ferramentas de IA

J. Bernardino Lopes. No que acabas de dizer está subjacente o efeito da cultura profissional que passa de uma forma sub-reptícia de geração para geração entre os professores, havendo um acordo implícito sobre o que é ensinar e tudo o que seja introduzido em termos de recursos ou abordagens cria uma enorme dificuldade. A questão que se coloca é esta: com as potencialidades que estas ferramentas de IA generativa trazem o papel do professor pode ficar em risco e levar os professores a atuarem de uma forma reativa. Ao invés, poderiam atuar de uma forma proactiva e projetarem-se num cenário em que as ferramentas de IA estão presentes e há que tirar partido do seu uso. Querem refletir sobre este tópico que toca na terceira e quarta pergunta?

António Pedro Costa. O professor sempre foi preparado para ser transmissivo, como alguém que é detentor do conhecimento. Quando desenvolvemos aquele recurso de que falava há pouco (um recurso para a área das Ciências com base num software que estava no sistema e online) pensamo-lo centrado em perguntas e o professor não respondia só tinha de fazer a mediação da atividade dos alunos. Os alunos exploravam a atividade experimental de modo a desconstruir a preconceção inicial que tinham sobre determinado tema e construíam uma conceção mais correta. Ora em todas as formações em que eu estive, e foram muitas, muitos professores perguntaram qual era o papel deles em sala de aula. No contexto do uso da IA generativa passa-se o mesmo, os seja o professor não sabe qual é o seu papel. O professor tem de tirar partido do uso que os alunos fazem da IA, pois não há forma de impedi-los que a usem e passar a funcionar como alguém que consegue mediar a aprendizagem dos alunos através do uso destas tecnologias. A quantidade de ferramentas que permitem personalizar as aprendizagens em diferentes áreas de conhecimento para os diferentes níveis de ensino é enorme. Há pouco tempo tive uma reunião com uma empresa de Inglaterra que já tem uma série de conteúdos preparados desde o primeiro ciclo até ao 12º ano para permitir que o aluno seja autónomo. Eu não estava à espera que neste curto intervalo de tempo de desenvolvimento da IA existissem esta quantidade de ferramentas personalizadas para diferentes contextos e diferentes perfis de alunos. Por isso, o professor tem mais um papel de mediador do que de transmissor. Além disso tem de se ajustar porque as ferramentas de IA generativa não são fechadas. Podem ser parametrizadas em função daquilo que se pretende fazer em sala de aula.

José Luís Araújo: A mudança é difícil e a resistência à mudança acontece com muita frequência. Eu também tenho a mesma experiência do António. Estive num projeto de formação de ensino experimental das ciências ao nível do primeiro ciclo e deparei-me com muitas escolas com muito equipamento laboratorial e prático. Porém, os professores não o utilizavam porque nunca tinham utilizado aquele material e não queriam estar a preparar-se para o utilizar.

Por outro lado, vemos que os professores estão desmotivados e sobrecarregados com outras tarefas tornando-se difícil promover a formação. Vamos consumir-lhes tempo em formações, no fundo, exigindo mais deles e, se calhar, eles não veem retorno imediato deste trabalho. Talvez seja mais fácil negar e rejeitar esta mudança enquanto podem. Eu acredito que vai chegar um momento que serão os próprios alunos a trazer esta nova forma de aprender e exigir até uma nova forma de ensinar. Não quero dizer com isto que os professores não se querem formar. É necessário refletir sobre o que lhes é exigido para que eles se possam dedicar ao que realmente importa que é ensinar bem as suas disciplinas. No que concerne à IA é um pouco difícil conseguirmos ser proativos na medida em que aquilo que pode acontecer no futuro não é assim tão previsível. As possibilidades do uso da IA são quase infinitas. Estas ferramentas de IA tem muito potencial, mas o seu uso é exigente pois consome tempo aos professores. Em relação aos alunos, estes não são suficientemente críticos no seu uso.

Não podemos partir do princípio que os alunos usarão bem as ferramentas de IA. Há uns anos dei aulas a alunos do 3º ciclo e todos eles tinham redes sociais e eram superativos online, mas não me conseguiam mandar um email com um anexo. Ou seja, a literacia digital, neste caso em IA, também existe e tem que ser trabalhada, quer com os alunos quer com os professores. Esta mudança vai exigir um esforço muito grande nos próximos anos. A formação inicial de professores é uma boa base de partida, pois é onde conseguimos ser mais ativos no imediato. Espero que, pelo menos, os estudantes, futuros professores, sabem que poderão utilizar ferramentas de IA para auxiliar as suas práticas letivas e como o poderão fazer.

3.6 Articulação entre investigação sobre ferramentas de IA na educação e práticas educativas

J. Bernardino Lopes. Na vossa opinião que investigação deve ser feita sobre o uso de artefactos com incorporação de IA no ensino e aprendizagem de Ciências, Matemática e Tecnologia seja feito com eficácia e com proveito?

António Pedro Costa. O artigo que foi aqui apresentado é um exemplo da investigação que pode ser feita. São necessários bastantes estudos de caso. Também é necessário a colaboração entre universidades e escolas. Tal como aconteceu em outros booms de tecnologia (e.g. quadros interativos, moodle) os estudos em contexto de escola são muito importantes. Já acompanhei muito projetos em que há abertura por parte das escolas, mas há bastante resistência por parte dos professores que acabam por criar um tampão à própria utilização em sala de aula. Todavia é importante estes estudos chegarem às escolas onde foram realizados. O que me parece é que há um envolvimento no estudo, mas depois não há a partilha dos resultados e do conhecimento construído.

Por outro lado, como trabalho com várias ferramentas de IA generativa, verifico que o ritmo das atualizações nestas ferramentas de IA pode ser semanal ao contrário do ritmo a que se davam atualizações por exemplo no *Word* que eram anuais. Por isso é importante que estes estudos fossem partilhados e se fizessem atualizações para quebrar algumas barreiras dentro da própria escola.

José Luís Araújo: Relativamente a esta questão tenho a mesma opinião do António: solicitamos a colaboração das escolas, mas não lhe damos a conhecer os resultados da investigação. Nesta linha de raciocínio fazia sentido trabalharmos numa dinâmica de ciência cidadã. Temos de ouvir os professores, para sabermos que necessidades, projetos e problemas eles enfrentam para trabalharmos com eles, em conjunto, e darmos uma resposta a estas

questões usando ferramentas de IA. Uma das estudantes que estou a orientar sobre o uso do *ChatGPT* no contexto do relatório de estágio passou exatamente por isto. A professora cooperante notou que os seus alunos já utilizavam o *ChatGPT*, mas achava que eles o utilizavam sem critério e as questões éticas relacionadas com o uso do *ChatGPT* eram muito fortes envolvendo questões de autoria das respostas. Então surgiu a ideia de se desenvolver um estudo para perceber como é que os alunos analisavam as respostas do *ChatGPT* no final da atividade e se através desta abordagem conseguíamos mudar a perceção dos alunos sobre a ferramenta. No fundo é deste tipo de estudos que precisamos: trabalhar em estudos de caso que para os professores das escolas são só colaborações com as universidades, mas em que lhe damos algum benefício tangível obtendo um resultado que eles podem utilizar na escola e podem partilhar com os colegas. Em resumo, temos de trabalhar em proximidade com as escolas, numa colaboração de sentido duplo, e garantir que há retorno na prática dos professores.

4. DIREÇÕES FUTURAS E IMPLICAÇÕES

J. Bernardino Lopes. Vamos passar ao terceiro grupo de questões. A primeira questão é que direções da investigação educativa é necessário acautelar para um uso eficaz de artefactos com incorporação de IA salvaguardando o objetivo 4 dos ODS da Agenda 2030, em particular o objetivo 4.4 que é formulado assim “Até 2030, aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilitações relevantes, incluindo competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho decente e empreendedorismo”? Como veem isto?

4.1 Aspetos a acautelar relativos à incorporação de ferramentas de IA na educação e nas práticas educativas

José Luís Araújo: Tenho três aspetos a referir em relação a esta pergunta. O primeiro é a formação inicial e contínua de professores, com a capacitação para as competências digitais para integrar a IA nas suas práticas de ensino. O segundo diz respeito aos alunos. É necessário desenvolver neles o pensamento crítico, pois o uso de ferramentas de inteligência artificial exige, cada vez mais, que seja feita de forma crítica. Por outro lado, é necessário desenvolver competências digitais nos alunos para deixarem de fazer um uso muito mecânico e superficial destas ferramentas. O terceiro aspeto diz respeito aos currículos e das políticas. Ambos devem permitir a inclusão digital equitativa. Se queremos atingir uma educação de qualidade, que é o objeto OSD 4, temos de considerar a inclusão digital e a equidade. Além disso, se queremos trazer a IA para a educação é importante que a utilização da tecnologia seja inclusiva e que todos tenham acesso independentemente do seu contexto socioeconómico. Estes aspetos são essenciais para usufruir das vantagens que a inteligência artificial traz. Para alcançar o objetivo 4.4 dos ODS é necessário incluir competências técnicas e digitais e temos de trabalhá-las na escola. A IA veio para ficar e por isso temos de trabalhar com ela. As tecnologias de IA devem ser trabalhadas dentro e fora da sala de aula e o seu uso deve ser feito com alunos capacitados para que possam enfrentar os futuros desafios da sociedade, que sejam quais forem, requerem uma literacia digital e tecnológica.

António Pedro Costa. O José Luís abordou os principais pontos. Acrescento mais duas palavras: democratização e equidade. A minha preocupação relativamente à meta 4.4 dos ODS é o facto de estas tecnologias estarem concentradas em poucas empresas. Fazendo a analogia com

o surgimento da internet em que se discutiu muito o acesso universal da mesma forma, veio-se a demonstrar que isso foi uma ideia, mas que está longe de ser alcançada. O uso das ferramentas de IA, de forma universal, vai ser sempre comprometido com os três aspetos referidos pelo José (formação de professores, capacitação de alunos e currículos e políticas públicas). Assim, apesar de estas tecnologias serem acessíveis financeiramente, não me parece que a sua ampla utilização vá acontecer nos próximos anos, comparando com algo semelhante que aconteceu no passado como é o caso do surgimento da internet.

J. Bernardino Lopes. A pergunta seguinte, ainda relacionado com os ODS e também com a anterior é: em que medida a incorporação de artefactos com incorporação de IA no ensino e aprendizagem de Ciências, Matemática e Tecnologia pode contribuir para o objetivo 9 dos ODS (construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação)?

António Pedro Costa. Acho que já abordamos estes pontos anteriormente. No entanto podemos aprofundar um pouco mais. Estou a ler e a investigar relacionado com o desenvolvimento de competências transversais e específicas e o meu ponto de partido foi o quadro europeu das competências para o investigador e de acordo com esta experiência a resposta à pergunta passa por criar diferentes *frameworks* de competências para que possam ser trabalhadas em diferentes níveis de ensino. Assim como desde há alguns anos se começou a trabalhar o pensamento computacional desde os primeiros anos, estas ferramentas de IA têm uma parte similar que é o pensamento algorítmico que é necessário desenvolver. Na prática quando se desenvolve estas competências desde a base elas acabam por se refletir no mundo industrial. Como conheço relativamente bem esta área da indústria penso que no que concerne a IA generativa temos uma situação diferente da dos últimos anos. A tecnologia surge e torna-se de ponta vinda de empresas e não das universidades. Tínhamos muita tecnologia e muitos booms tecnológicos que surgiam da investigação produzida nas universidades e a IA surge essencialmente de empresas. Este contexto muda a forma como o desenvolvimento destas competências pode ser feito. Não sei se para se atingir o ODS 9 não será necessário fazer algum ajuste curricular desde o primeiro ciclo até ao ensino superior. Além disso, também não sei se se terá de repensar a forma como se ensina e se aprende.

José Luís Araújo: Queria acrescentar um aspeto relevante, para além do que o António Pedro disse, para se atingir este ODS. No contexto do ensino, para se concretizar o ODS 9 precisamos de passar pelo ODS 4, ou seja, primeiro termos educação de qualidade para depois podermos formar pessoas mais capazes, mais competentes, com conhecimentos mais aprofundados nas áreas das Ciências, Matemática e Tecnologia. O ponto de partida tem de ser um ensino mais inclusivo e equitativo para depois termos os futuros profissionais capazes de serem responsáveis pela inovação, pelo desenvolvimento e pela investigação e que consigam dar resposta a este contínuo desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. Estou convencido que não teremos uma industrialização inclusiva e sustentável nem fomentaremos a inovação se não tivermos uma educação de qualidade na base. Se a IA já tem um impacto muito grande na indústria e na investigação, então faz sentido trabalhar com ela para promover uma educação de qualidade para no futuro termos pessoas qualificadas para as carreiras do futuro.

4.2 Podemos conceber a sala de aula sem a figura física do professor?

J. Bernardino Lopes. A última pergunta é sobre expectativas para o futuro. A questão inicial pode ser formulada de modo mais enfático: daqui a dez anos podemos conceber a sala de aula sem a figura física do professor?

António Pedro Costa. É uma pergunta com muita rasteira (risos). Por uma questão social não pode acontecer isso (risos). Eu acho que o professor vai continuar a ter um papel importante nem que seja apenas nesta vertente de mediador. Parece que estou a reduzir o papel do professor, mas não. A mediação do professor é bastante pertinente e importante. A escola vive muito da relação entre alunos e comunidades. Acredito que num prazo de 5 a 10 anos teremos assistentes educativos mais avançados com capacidade de personalizar o ensino tornando a escola mais inclusiva tendo respostas para, por exemplo diferentes tipos de autismo, ou de dislexia. Eu lembro que quando estava a iniciar o meu doutoramento em 2006/2007 eu estava a desenvolver um software para desenvolver uma ferramenta que tinha por base a teoria socioconstrutivista e em particular o modelo de Kolb¹. O modelo de Kolb tem 4 níveis (Svinicki & Dixon, 1987). O aluno respondia a 4 ou 5 perguntas e o modelo definia o tipo de ensino adequado para ele (por exemplo, certo aluno quer um tipo de ensino de resposta direta, mais behaviorista). O modelo ajustava o software ao tipo de ensino apropriado ao aluno. Eu achei bastante interessante esta ideia de ajustar o software ao tipo de ensino: se é um software com simuladores ou se é um software com perguntas e respostas diretas. Esta possibilidade de personalizar o ensino com as ferramentas de IA está mais que garantido. Esta personalização deve estar assente em testes que podem ser triangulados. A personalização do ensino garantirá uma maior autonomia aos alunos, dando suporte ao professor na correção de tarefas e na gestão dessas tarefas.

José Luís Araújo: Concordo com a ideia de a IA desempenhar o papel de assistente educativo individual. Espero seriamente que os professores continuem nas escolas. Mas olhando para a falta de professores em determinadas áreas espero que não se tomem medidas políticas para tentar usar as novas ferramentas para colmatar estas falhas. Não creio que vá acontecer até pela questão social que o António apontou.

Creio que as ferramentas de IA podem ser usadas como formas de avaliação formativa com feedback imediato quer para alunos quer para professores. Não sei se teremos esta modalidade implementada daqui a cinco anos. Poderá estar antes. Mas neste domínio as ferramentas de IA têm um potencial muito grande. Pois podem ajudar os alunos a ter consciência do seu desempenho e do seu conhecimento. Podem ajudar os professores a ajustarem em tempo real as estratégias de ensino às necessidades.

Focando a resposta no ensino de química, lembro que há ferramentas de IA que criam recursos multimédia. Para a química que é uma ciência tão abstrata os recursos multimédia, laboratórios virtuais, recursos com realidade virtual ou aumentada com qualidade e rigor científico seriam uma mais valia muito grande para a qualidade do ensino da química. Esta importância não é apenas devida aos custos inerentes aos equipamentos e materiais de laboratório, mas sobretudo devido à visualização que pode oferecer para a compreensão dos conceitos e processos químicos, trazendo a multirepresentação dos conceitos. Esta possibilidade não será uma realidade tão distante.

¹ <https://desafiosdaeducacao.com.br/modelo-de-kolb/>

Por outro lado, olhando para estes avanços recentes da IA, ninguém consegue prever com é que estaremos daqui a 10 anos. As possibilidades são quase infinitas.

Quando há dois anos surgiu o *ChatGPT* ninguém imaginava o ponto a que chegamos hoje e estamos a caminhar a um ritmo muito acelerado para coisas boas, espero.

J. Bernardino Lopes. Já passamos por todas as perguntas pensadas inicialmente. Mesmo tendo feito uma reflexão aprofundada sobre esta temática, gostaria de vos perguntar, se há algum aspeto que não focamos e que do vosso ponto de vista seja pertinente abordar.

4.3 Desafios do uso da IA na investigação e na educação

António Pedro Costa. Há um aspeto que me preocupa muito, embora ele esteja relacionado mais com a investigação nas ferramentas de IA do que na prática educativa. Dou comigo a pensar como é que as ferramentas de IA generativa impactam na qualidade da investigação e nas diferentes etapas de investigação pela capacidade que elas têm de gerar uma série de conteúdos, muitas vezes difícil de detetar mesmo com os detetores de IA. Sobretudo na área da investigação qualitativa surgem vários investigadores com doutoramento que me perguntam como podem analisar uma quantidade de dados com a IA. Quando lhes pergunto que técnica irão explorar verifico que partem do princípio que a ferramenta vai gerar as categorias, vais gerar os resultados e aquilo que a ferramenta der aceitam. Daí a minha insistência na questão das competências. Não falamos só do pensamento crítico, falamos também do pensamento analítico, pensamento sistémico. O uso de ferramentas de IA generativa na investigação preocupa-me bastante porque os jovens investigadores têm a ideia que se pode ter resultados rápidos e que é possível delegar a parte cognitiva nestas ferramentas. Este problema pode emergir também no processo de aprendizagem, mas na investigação é um problema grave. Atualmente estou a definir um projeto de investigação relacionado com a qualidade da investigação que é realizada para saber como era antes e como está a ser agora com a utilização de ferramentas de IA.

J. Bernardino Lopes. A questão que estás a levantar é igualmente importante na educação formal e não apenas na investigação. Os artefactos que incorporam IA que temos à nossa disposição ou as suas funcionalidades estão sempre a mudar. Por isso as competências para lidar com artefactos têm de ser de alto nível. Eu diria que há duas direções a considerar: uma é desenvolver competências de alto nível para lidar com ferramentas de IA e outra direção é desenvolver outro tipo de competências que não eram necessárias até ao momento. Os exemplos que o António deu resultada da reminiscência de um certo pensamento mágico de que as ferramentas de IA fará o que pretendemos dispensando-nos de pensar e de sermos como somos, humanos.

4.4 A formação ética e integridade são fundamentais

José Luís Araújo: Estes aspetos estão relacionados com as questões éticas que temos vindo a refletir aqui na universidade. É muito fácil termos inteligência artificial a trabalhar por nós e fazer com que determinado trabalho pareça nosso. É importante trabalharmos com alunos e professores a dimensão ética da autoria dos trabalhos senão caímos facilmente numa situação em que ninguém sabe nada, mas toda a gente faz tudo.

Antônio Pedro Costa. A formação ética e integridade são fundamentais e devem ser trabalhadas desde o pré escolar. Se formos pela definição mais antiga de competências temos as literacias, mas depois temos atitudes e valores. Senti este problema há pouco tempo numa conferência que apresentei em Espanha. Um investigador chinês apresentou um artigo sobre o uso da IA na análise de dados qualitativos apresentou algo que eu ando há um ano a tentar conseguir que é obter a confiabilidade nas codificações (*intercoder reliability*) maior ou igual do que 80%. Eu nunca consegui mais de 50% e alguém apresentou que tinha conseguido 92%. Eu perguntei como é que tinha obtido aquele resultado e do outro lado só ouvi silêncio. Ele não soube explicar uma coisa que acho muito complicado pelas dimensões que abordam o algoritmo e formam a parte conceptual da análise qualitativa. Em termos da investigação estes problemas são importantes e agravam-se pela facilidade em criar *datasets*. Nada me impede de criar uma turma de 20 alunos numa escola do interior e eu não tenho que mencionar a escola por uma questão de proteção de dados. Como posso criar personas, posso criar uma turma com 20 alunos diferentes, com características diferentes e fazer uma entrevista e coloca-los em diálogo entre eles e recolher esses dados. Em termos de investigação eu já começo a evitar escrever artigos sobre revisão sistemática de literatura (que têm por base artigos empíricos) porque eu começo a partir do pressuposto que há muitos artigos de revisão sistemática são com base em dados empíricos que não existem. Isto não é novo, mas com ferramentas de IA está mais facilitado. Estamos sempre a falar do comportamento do próprio investigador, do seu compromisso ético.

J. Bernardino Lopes. Esta conversa poderia continuar. Mesmo assim refletimos em vários aspetos relevantes, mas temos de a encerrar. Agradeço a todos a disponibilidade e colaboração.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os editores agradecem a disponibilidade dos participantes neste debate, em participar os autores do artigo que serviu de pretexto para a reflexão e pelas interessantes contribuições para o mesmo.

A discussão sobre a integração da Inteligência Artificial, especificamente o *ChatGPT*, na educação, revelou um cenário complexo e promissor. Por um lado, a IA oferece um potencial imenso para personalizar a aprendizagem, otimizar recursos e promover a inovação nas práticas de ensino. A capacidade do *ChatGPT* em gerar protocolos laboratoriais personalizados e fornecer feedback instantâneo aos alunos é um exemplo claro dessas possibilidades. Por outro lado, a implementação da IA na educação enfrenta desafios significativos. A resistência dos professores à mudança, a necessidade de formação específica e a garantia de um uso ético e crítico da tecnologia são apenas alguns dos pontos cruciais a serem considerados. A dependência excessiva de ferramentas de IA pode levar à perda de habilidades essenciais, como o pensamento crítico e a resolução de problemas complexos.

É fundamental que a integração da IA na educação seja acompanhada de uma reflexão profunda sobre o papel do professor. O docente deve transitar de um papel de transmissor de conhecimento para um de facilitador e promotor da aprendizagem, utilizando a IA como ferramenta para personalizar o ensino e promover a autonomia dos alunos. A formação contínua dos professores é essencial para garantir que eles estejam preparados para aproveitar ao máximo as potencialidades da IA e mitigar os riscos associados.

Em suma, a IA representa uma oportunidade única para transformar a educação, mas é preciso agir com cautela, refletida e planeada em várias frentes. A colaboração entre investigadores, educadores e *policymakers* é fundamental para garantir que a IA seja utilizada de forma ética e eficaz, promovendo a equidade e a inclusão. A investigação contínua sobre o impacto da IA na aprendizagem e o desenvolvimento de *frameworks* para a sua implementação são cruciais para moldar o futuro da educação.

REFERÊNCIAS

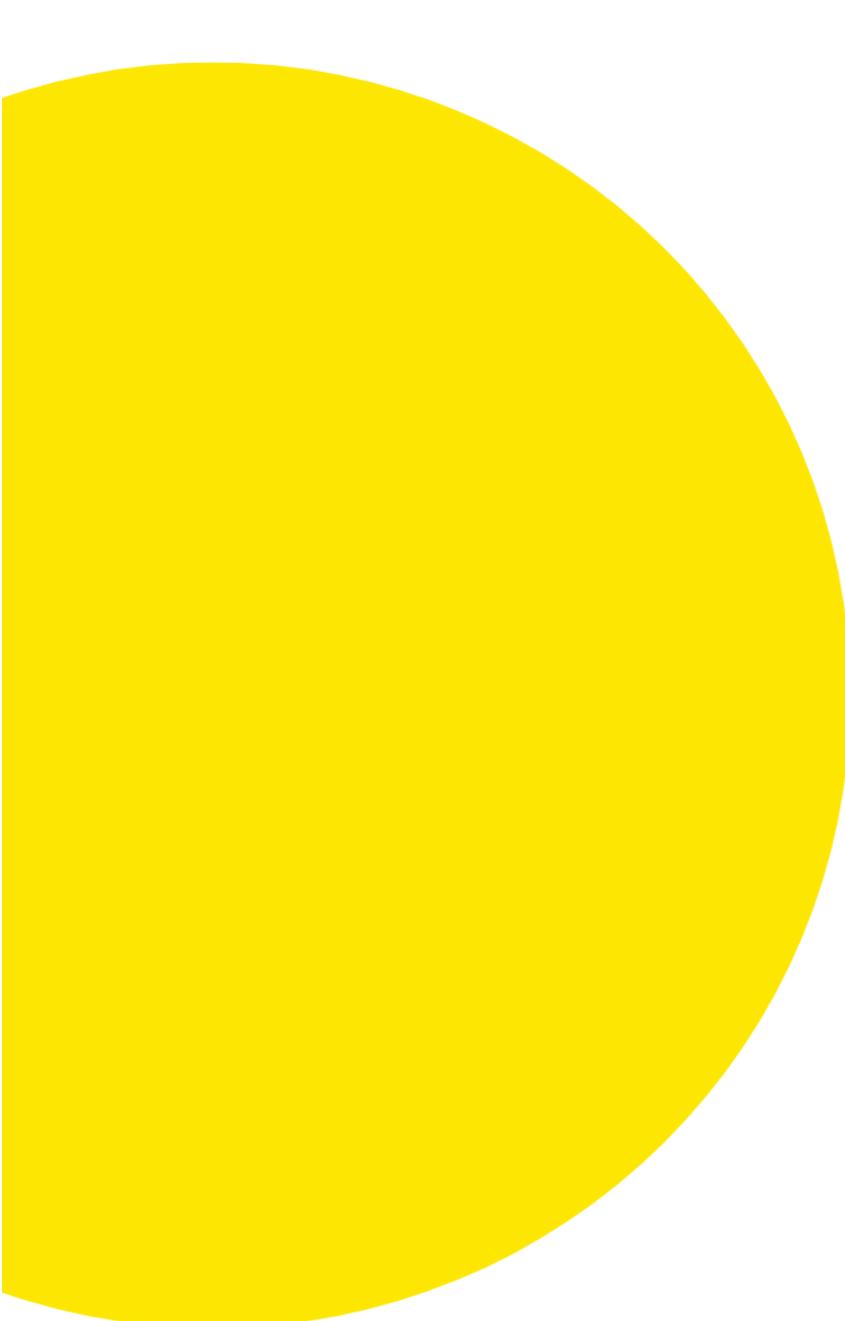
- Araújo, J. L., & Saúde, I. (2024). Can *ChatGPT* Enhance Chemistry Laboratory Teaching? Using Prompt Engineering to Enable AI in Generating Laboratory Activities. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 1858-1864.
- Bryda, G., & Costa, A. P. (2023). Qualitative Research in Digital Era: Innovations, Methodologies and Collaborations. *Social Sciences*, 12(10)(570), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/socsci12100570>
- Costa, A. P. (2024). I'll be back! O papel da IA no futuro da Investigação em Educação. (*H*)*À Educação - Diário de Aveiro*. <https://www.ua.pt/pt/noticias/13/86370>
- Costa, A. P., & Bryda, G. (2024). Enhancing Education Research: The Potential and Challenges of Incorporating AI into Qualitative Data Analysis. *14th International Conference on Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning*, in press.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable operations and computers*, 3, 275-285.
- Messeri, L., & Crockett, M. J. (2024). Artificial intelligence and illusions of understanding in scientific research. *Nature*, 627(8002), 49–58. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07146-0>.
- Moresi, E. A. D., Pinho, I., Costa, A. P., Burneo, P. S., Machado, L. B., & Freitas, F. M. (2024). Bibliometric and Comparative Analysis of Generative Artificial Intelligence in Education Research. *19th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, no prelo.
- Sá, P., Guerra, C., Costa, A. P., Loureiro, M. J., & Vieira, R. M. (2013). Courseware SeRe®- um recurso digital para a Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Da conceção do recurso à formação de professores. *Indagatio Didactica*, 5(4), 96–120.
- Tammets, K., & Ley, T. (2023). Integrating AI tools in teacher professional learning: a conceptual model and illustrative case. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 1255089.
- UN. (2015). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>

BREVES NOTAS BIOGRÁFICAS SOBRE OS CONVIDADOS:

José Luís Araújo – É licenciado em Química pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, onde também concluiu o Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário e o Doutoramento em Ensino e Divulgação das Ciências. É Professor Auxiliar no Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro e membro do CIDTFF. É autor de vários artigos científicos e comunicações (inter)nacionais, nomeadamente sobre a exploração da Ciência Cidadã, da Educação STE(A)M, e, mais recentemente, da Inteligência Artificial (generativa) como ferramentas pedagógicas para a promoção da Educação em Física e em Química.

Isabel Saúde – É licenciada em Química e mestre em Ensino de Física e de Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Atualmente, encontra-se a concluir o Doutoramento em Ensino e Divulgação das Ciências na mesma instituição. Os seus interesses de investigação centram-se no desenvolvimento de recursos educativos para o ensino das ciências e na formação de professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Atualmente, a sua investigação foca-se, também, na integração de ferramentas de Inteligência Artificial nas práticas de ensino de Física e de Química.

António Pedro Costa – É um dos coautores e investigador do software de apoio à análise qualitativa webQDA (webqda.net), área em que tem publicados, em coautoria, diversos artigos em congressos nacionais e internacionais e revistas, bem como capítulos de livros. É o Coordenador do Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa (ciaiq.ludomedia.org) e da World Conference on Qualitative Research (wcqr.ludomedia.org). As suas áreas de interesse contemplam a Investigação Qualitativa e Métodos Mistos e Inteligência Artificial, especificamente, a Generativa aplicada às etapas de projetos de investigação. É investigador principal no Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), do Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro.



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 “MOTION MAPPER”

SUGGESTION FOR INTEGRATING THE TEACHING RESOURCE “MOTION MAPPER”

SUGERENCIA PARA INTEGRAR EL RECURSO DIDÁCTICO “MOTION MAPPER”

Emanuel Reis^{1,2}

¹Agrupamento de Escolas Dr.^a Laura Ayres, Quarteira, Loulé, Portugal

²CIQUP – Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto, Porto, Portugal

emanuel.reis@esla.edu.pt

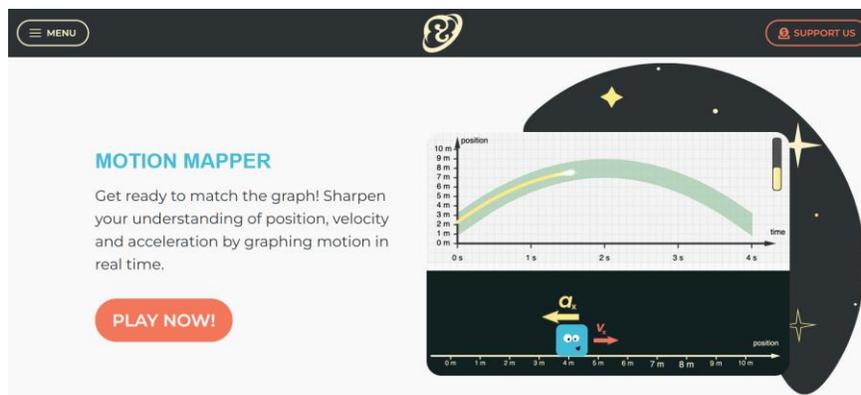


Figura 1 Página do “Motion Mapper” existente no sítio “The universe and more” <https://universeandmore.com/>

1. ENQUADRAMENTO DO RECURSO DIDÁTICO

O sítio *The universe and more* é desenvolvido por Mathew Blackmann, um professor do ensino secundário de New Jersey, eleito professor do ano 2019, pela *Physics Teacher Education Coalition* (PhysTEC, 2019). O sítio, disponível apenas em Inglês, disponibiliza vídeos de interesse educativo selecionados por este professor e aplicações da sua autoria que, sob a categoria de simulações, têm um cariz gamificado. O *Motion Mapper* é uma dessas aplicações, embora não seja logo visível em “*Games & apps*”, sendo necessário clicar em “*show all games*” (Figura 1).

Esta ferramenta permite trabalhar a temática dos gráficos do movimento, lecionada no 9.º ano de escolaridade, no domínio “movimentos e forças” no âmbito das seguintes aprendizagens essenciais:

- “Construir gráficos $x=f(t)$ de movimentos retilíneos, a partir de medições de posições e tempos, interpretando-os.
- Construir e interpretar gráficos $v=f(t)$, sem inversão de sentido, aplicando o conceito de aceleração média.” (DGE, 2020)

Conforme já há muito referenciado na literatura (Arons, 1997), este assunto é complexo para muitos alunos por não conseguirem relacionar os gráficos com os movimentos reais ou visualizados. Encaram-nos como abstrações sem qualquer interpretação ou fazendo interpretações erradas como, por exemplo, confundindo a trajetória do movimento com o traçado do gráfico. Para ajudar alunos com estas dificuldades é recomendado colocá-los perante problemas em que têm de traduzir o gráfico em termos de movimento real e vice-versa (MCDermot, Rosenquist e Van Zee, 1987).

O *Motion Mapper* contempla 74 desafios que envolvem dois modos de interação. No modo “controlo”, o jogador comanda uma “mascote” cúbica, movendo-a com o rato ou, em dispositivos *touch*, com o dedo, de forma a procurar reproduzir os movimentos associados aos gráficos dos desafios. Os desafios consistem em movimentos unidimensionais realizados tanto na horizontal como na vertical. Já no modo “introdução de dados”, o jogador tem de introduzir instruções e colocar a “mascote” cúbica numa posição que permita a reprodução do movimento associado ao gráfico. Os desafios podem envolver gráficos $x=f(t)$ ou $v=f(t)$ nos dois modos (Figura 2).

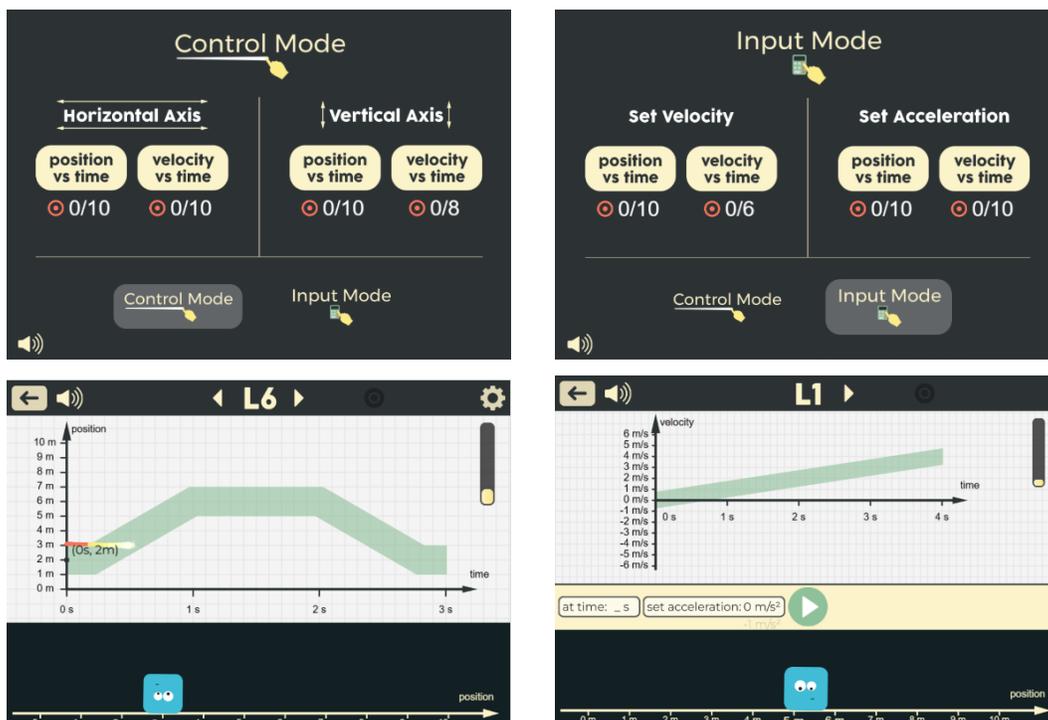


Figura 2 Na primeira linha, as opções possíveis nos diferentes modos de interação. Na segunda linha, dois desafios em modos de interação diferentes e com tipos de gráficos diferentes, $x = f(t)$ e $v = f(t)$ respetivamente.

A aplicação pode ser usada em contexto curricular para promover o desenvolvimento de áreas de competências do Perfil do Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (DGE, 2017).

2. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA EDUCATIVA DE INTEGRAÇÃO DO RECURSO

O *Motion Mapper* já foi aplicado em turmas de 9.º ano, quer como um desafio introdutório, quer como uma ferramenta de consolidação de conhecimentos adquiridos.

A aplicação foi implementada em ambos os contextos numa das dinâmicas:

- 1) Exploração conjunta com toda a turma, estando o *Motion Mapper* projetado e sendo os alunos convidados sucessivamente a resolverem um desafio.
- 2) Exploração do *Motion Mapper* por grupos de 2 a 3 alunos por computador sem roteiro de exploração, embora se aconselhe a preparar previamente um roteiro de exploração.

Independentemente da abordagem, realizar 74 desafios disponibilizados numa só aula, (de um ou dois blocos) é excessivo. Assim, optou-se sempre por desafiar os alunos a realizarem em aula apenas os 36 desafios do modo “introdução de dados”. Este modo tem a vantagem de confrontar os alunos com o efeito que a alteração dos valores numéricos das grandezas origina no aspeto do gráfico. Acresce que o modo “controlo” implica alguma sensibilidade no uso do rato ou do *touchpad*, sendo por isso mais adequado para dispositivos com ecrã *touch* (*tablets* ou telemóveis). Assim, foi sugerido aos alunos que realizassem em casa os desafios do modo “controlo”, com dispositivos deste tipo.

3. BALANÇO E SUGESTÕES

Os alunos usaram o *Motion Mapper* com entusiasmo. O feedback instantâneo proporcionado motivou-os a refletirem/insistirem sobre como poderiam completar os desafios. Porém, quando o *Motion Mapper* é projetado e explorado com toda a turma, frequentemente alguns alunos acabam por monopolizar a participação, desmotivando os outros. A exploração em grupos de 2 ou 3 alunos promove o envolvimento constante e a discussão entre pares, contribuindo para aprendizagens significativas generalizadas.

A existência de relatórios de progressão é uma mais valia para aferir (ou avaliar) a realização dos desafios (Figura 3).

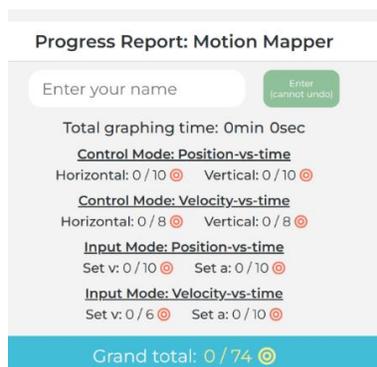


Figura 3 Página de relatório de progressão

O professor pode solicitar aos alunos o envio da captura de ecrã do relatório (por *mail* ou outro canal) e confirmar a boa realização da atividade. Aliás, o *Motion Mapper* pode ser uma tarefa para casa, em que o aluno envia ao professor a captura do relatório de progressão. Esta alternativa permite contornar limitações no acesso a equipamentos ou à rede, ainda para mais num período em que o uso de telemóveis está a ser proibido ou limitado em muitas escolas.

REFERÊNCIAS

- Arons, Arnold B. (1997) *Teaching Introductory Physics*: John Wiley & Sons, Inc. Acessível em: <https://ia803406.us.archive.org/1/items/arons-teaching-introductory-physics/Arons-Teaching-Introductory-Physics.pdf> Consultado em: 20/10/2024
- DGE, Direção Geral de Educação (2020). Aprendizagens Essenciais – Articulação com o Perfil dos Alunos - Física e Química. Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência. Acessível em: <https://www.dge.mec.pt/programas-e-metas-curriculares/fisico-quimica> Consultado em: 20/10/2024
- DGE, Direção Geral de Educação (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência. Acessível em: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf Consultado em: 20/10/2024
- McDermot, Lilian C., Rosenquist, Mark L., Van Zee, Emily H. (1987) Student difficulties in connecting graphs and physics: examples from kinematics, *American Journal of Physics*, Vol. 55, nº6, 503-513. Acessível em: <http://ishtar.df.unibo.it/Uni/bo/scienze/all/pecori/stuff/Didattica/McDermottAJP1987.pdf> Consultado em: 20/10/2024
- PhysTEC, Physics Teacher Education Coalition (2019) PhysTEC National Teacher of the Year 2019: Matthew Blackman Acessível em: <https://phystec.org/awards/teacher-of-the-year/2019/> Consultado em: 20/10/2024
- The universe and more: Motion Mapper (2020): Acessível em <https://universeandmore.com/motion-mapper/> Consultado em: 20/10/2024

LOBO 77, UN JUEGO DE MESA PARA TRABAJAR EL CÁLCULO MENTAL

¿QUÉ TENER EN CUENTA PARA LLEVARLO AL AULA?

LOBO 77, UM JOGO DE TABULEIRO PARA TRABALHAR O CÁLCULO MENTAL

O QUE CONSIDERAR AO LEVÁ-LO PARA A SALA DE AULA?

LOBO 77, A BOARD GAME FOR WORKING ON MENTAL CALCULATION

WHAT TO BEAR IN MIND WHEN BRINGING IT INTO THE CLASSROOM?

Andrea de la Fuente Silva

Universidad Autónoma de Madrid

andrea.delafuente@uam.es



Figura 1 Juego de mesa Lobo 77 tomada de <https://mercurio.com.es/>

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL RECURSO DIDÁCTICO

Las situaciones que nos plantean algunos juegos comerciales pueden ser una gran oportunidad para explorar, reflexionar y facilitar el diálogo matemático en el aula. Actualmente hay una gran cantidad de juegos en el mercado y, en ocasiones, saber escoger un juego para los objetivos didáctico-matemáticos que nos planteemos no es una tarea fácil. A continuación, se presenta el juego Lobo 77 y se analiza su potencial para poder ser introducido en el aula. Sirva este análisis como ejemplo de algunas cuestiones que, a veces, pasamos por alto y son esenciales considerar antes de utilizar juegos en la clase de matemáticas.

Lobo 77 es un juego de Thomas Pauli que actualmente edita Mercurio en España. Las cartas tienen los números -10, 0, del 2 al 10, todos los dobles del 11 al 66 y el 76, además de cartas especiales (x2 y el cambio de sentido). También incluye unas fichas azules que representan las vidas. Se empieza con cinco cartas por persona y tres vidas. Cada persona, en su turno, echa una carta y... ¿Cómo se gana? O, mejor dicho, ¿cómo se pierde una ronda? La persona que al echar una carta dice como resultado de la suma 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77 o se pasa de 77, ¡pierde! De ahí el nombre de este juego: Lobo 77. La primera persona en perder tres rondas (tres vidas), pierde el juego.

Para comenzar el juego, la primera persona solo echa una carta y luego toma una del mazo, de modo que siempre se tenga cinco cartas en mano. A continuación, la siguiente persona debe echar una carta y realizar el cálculo de la suma entre su carta y la anterior. Así, sucesivamente, el juego consiste en ir haciendo la suma entre la carta que echas en tu turno y la cantidad acumulada de las cartas anteriores. Para más información sobre cómo jugar, puedes ver este vídeo: [Lobo 77 para el aula](#).

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA DE INTEGRACIÓN DEL RECURSO

La sencilla mecánica del juego facilita su introducción en el aula, captando rápidamente la atención del alumnado y permitiendo iniciar la actividad de inmediato. Aunque el propósito motivacional es evidente, el principal objetivo es generar un aprendizaje matemático, ya que estamos trabajando bajo la metodología de Aprendizaje Basado en el Juego (de la Fuente y Garrido-Martos, 2023). La conexión con el sentido numérico es clara y ahora entraremos con más detalle, pero este juego tiene una particularidad en su dinámica respecto a otros juegos que hay en el mercado: Lobo 77 no premia la velocidad, no gana quien primero sabe el resultado. Cada persona en su turno tiene varias posibilidades en mano y un tiempo (relativamente aceptable, no se hace pesada la espera) para pensar su jugada. La experiencia muestra como “para partidas efectivas, es recomendable que los equipos sean homogéneos y equilibrados en habilidad, nivel curricular, competencia, etc.” (Sánchez, 2021, p. 141), pero en este caso, este juego nos ofrece más libertad a la hora de realizar los agrupamientos.

Pasemos ahora a analizar las matemáticas que se están trabajando mientras se juega y, por tanto, con qué objetivo podemos presentar Lobo 77 en el aula. Dentro de la clasificación de Leuders (2009), se trata de un juego de práctica, en el que se busca practicar el cálculo mental. Cuando se juega varias veces, hay algunas estrategias que se empiezan a evidenciar. Por ejemplo,

es habitual descartarse de las cartas con valores más altos al principio, para forzar llegar al 70 en pocos turnos, y quedarte con los valores más bajos y ceros en la mano.

En este punto es importante que observemos al alumnado, según las sumas que busque realizar y el tiempo que se tome para ello, veremos en qué punto se encuentran su desarrollo del cálculo mental. Si solo utilizan cartas como el 0, +2, +10, -10, y evitan el uso de +7 o +9, podemos sugerir algunas estrategias. Por ejemplo: “Si hacer +10 te resulta fácil, para sumar 9 puedes pensar en sumar 10 y quitarle 1”. Esta práctica repetitiva favorece la aplicación de manera flexible de este tipo de estrategias de cálculo. Además, no olvidemos que estamos jugando y, por tanto, el alumnado pondrá su empeño en aprender a jugar mejor para ganar.

3. EVALUACIÓN Y SUGERENCIAS

Este juego, en su formato comercial, está pensado a partir de 8 años. Para el aula nos parece adecuado utilizar este juego en un segundo ciclo, aunque cada docente conoce mejor que nadie las necesidades de su aula. Además, se pueden hacer algunas modificaciones del juego para adaptarlo (p. ej. quitar algunas cartas e irlas incluyendo de manera gradual al juego).

Es evidente que, si un juego de mesa comercial está bien diseñado, la cantidad de cartas que lo forman y otra serie de elementos no son fruto del azar. Esta elección es la que proporciona el equilibrio entre disfrute y contenido, para que el alumnado no esté pensando en “estoy haciendo tareas disfrazadas”. El propio material físico y diseño de juego hacen que la experiencia sea más atractiva, pero la simplicidad de las reglas hace que podamos jugarlo utilizando otro tipo de materiales como, por ejemplo, una baraja de cartas o las cartas del conocido juego comercial UNO.

El juego ofrece una situación al alumnado en la que debe participar activamente y en la que las emociones también salen a jugar. Los roles habituales que se suelen tomar, tanto de estudiantes como docente, cambian. Para que esta experiencia realmente se convierta en una oportunidad de disfrute y aprendizaje, es fundamental considerar tanto las variables que hemos mencionado como el acompañamiento que realicemos a lo largo del proceso.

El aprendizaje derivado de este juego podemos verlo reflejado en posteriores tareas que planteemos, donde las habilidades y estrategias de cálculo mental son utilizadas en contextos diferentes. Como sugerencia, se puede plantear una sesión en pequeños grupos con juegos que tienen un objetivo similar. Cada uno de ellos ofrecerá una forma de tratar el cálculo mental que se complementan y que, posteriormente, puedan ser tratados en una sesión conjunta. Una posible elección de cinco juegos comerciales para un segundo ciclo de primaria es: Lobo77, Friegas Tú, Pelusas, Código secreto 13+4 y Operación dinamita.

REFERENCIAS

- Leuders, T. (2009). Spiels du noch – Oder denkst du schon? Produktive Erarbeitungsspiele. *Praxis der Mathematik in der Schuler*, 51, 1-9.
- Sánchez, M. (2021). *En clase sí se juega: Una guía práctica para utilizar y crear juegos en el aula* (7ª edición). PAIDÓS Educación
- De la Fuente, A. & Garrido-Martos, R. (2023). Aprendizaje basado en juegos. En L. Cañadas y N. Hidalgo (Eds.), *Materiales docentes para el empleo de metodologías y procesos de evaluación formativa en la formación inicial de profesorado* (pp. 101 – 118). Dykinson. <https://doi.org/10.14679/2310>

KIT ELETRÓNICO ECOBUILD: DA MEDIÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA ATÉ ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

ECOBUILD ELECTRONIC KIT: FROM THERMAL CONDUCTIVITY MEASUREMENT TO CLIMATE CHANGE

KIT ELECTRÓNICO ECOBUILD: DE LA MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Teresa Maldonado Sousa Conceição¹, André Lourenço² & Carla Costa²

¹Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal
mariaconceicao@campus.ul.pt

²Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), Portugal
andre.lourenco@isel.pt
carla.costa@isel.pt

1. ENQUADRAMENTO DO RECURSO DIDÁTICO

O sector da construção contribui significativamente para cerca de 37% das emissões globais de CO₂ e para e 38% do consumo de energia (UNEP, 2022), principalmente devido ao uso de fontes fósseis para climatização de edifícios.

Esta situação exige soluções de construção mais sustentáveis (EU, 2023), como materiais de baixa condutividade térmica (k), que melhoram a eficiência energética, estabilizando a temperatura interior e, conseqüentemente, reduzindo a necessidade de climatização. Para fomentar a consciência ambiental entre os jovens, é fundamental que adquiram conhecimentos científicos para compreenderem a relação entre a eficiência energética e as alterações climáticas. Assim, o estudo de k, integrado no currículo de física do ensino secundário, permite que alunos explorem propriedades térmicas dos materiais relacionando-as com questões do mundo real.

2. OBJETIVOS DA EXPERIÊNCIA EDUCATIVA

Este artigo apresenta o KIT ELETRÔNICO ECOBUILD, um recurso desenvolvido para que os alunos medirem e compararem a condutividade térmica de diferentes materiais de construção, promovendo a reflexão sobre o impacto desses materiais na eficiência energética dos edifícios.

Os objetivos são (i) apresentar a construção do KIT e a obtenção dos valores de k ; (ii) mostrar a fácil replicabilidade (em termos de materiais e custo) do kit em escolas, e (iii) dar a incentivar uma abordagem interdisciplinar.

3. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA EDUCATIVA

O KIT ELETRÔNICO ECOBUILD (Fig. 1) inclui uma caixa de madeira (dimensões: 38x28,2x24,5 cm) e isolada internamente, que contém três amostras de materiais de construção com diferentes teores de *n*-octadecano (PCM) (Lamranis et al., 2021; Mohammad, 2021; Patil et al., 2023). A amostra de referência é uma argamassa sem PCM (composição: água/areia/cimento=0.5/3/1 (m/m)) e as amostras PCM- e PCM+ são argamassas nas quais 10% e 20% m/m da areia, respectivamente, foi substituída por PCM. Uma lâmpada de 80W é colocada no topo da caixa como fonte de calor, e termopares monitorizam a diferença de temperatura nas faces superior e inferior das amostras. Os dados são registados em tempo real com um amplificador e uma placa Arduino, permitindo a análise direta, em tempo real, em folhas de cálculo, utilizando o Microsoft Data Streamer. Devido a limitações de espaço, alguns detalhes foram omitidos; os autores estão disponíveis para esclarecer dúvidas e apoiar na replicação, se solicitado

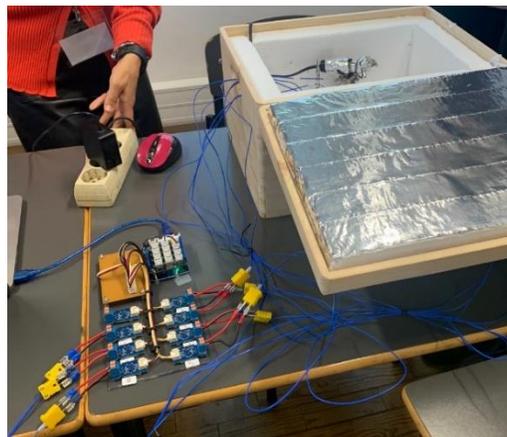


Figura 1 KIT ELETRÔNICO ECOBUILD

4. RESULTADOS OBTIDOS NA ATIVIDADE

A título exemplificativo, a Fig. 2 apresenta as diferenças de temperatura entre a superfície superior e inferior de cada uma das amostras (ΔT) testadas em função do tempo, bem como os valores de k de cada amostra determinados recorrendo à equação (1) em unidades arbitrárias (u.a.).

$$k = \frac{\Delta Q}{A \times \Delta t \times \Delta T/d} \quad (\text{Eq. 1})$$

sendo ΔQ a energia fornecida; a área da superfície transversal de cada amostra; Δt o intervalo de tempo; ΔT a variação da temperatura entre as superfícies transversais das amostras e, d a espessura das amostras.

Os resultados mostraram que as amostras com PCM mantiveram uma diferença de temperatura superior entre as faces e têm menores valores de k do que a amostra de referência e que a amostra PCM+ é a que apresenta maior diferenças de temperatura e menor valor de k . Assim, os resultados evidenciam que os PCM aumentam o isolamento térmico, confirmando a eficácia destes materiais na retenção de calor. O uso do KIT ELETRÓNICO ECOBUILD oferece aos alunos uma compreensão prática do impacto da seleção de materiais na eficiência energética dos edifícios e a relevância da ciência no desenvolvimento sustentável.

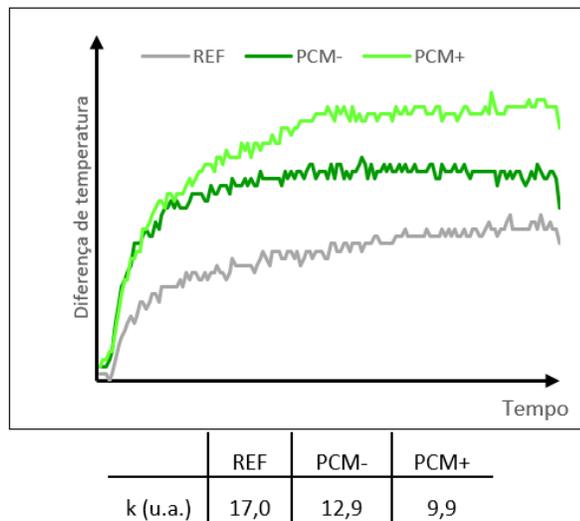


Figura 2 Diferenças de temperaturas entre a superfície superior e inferior de cada uma das amostras (ΔT) em função do tempo, e respetivos valores de k .

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

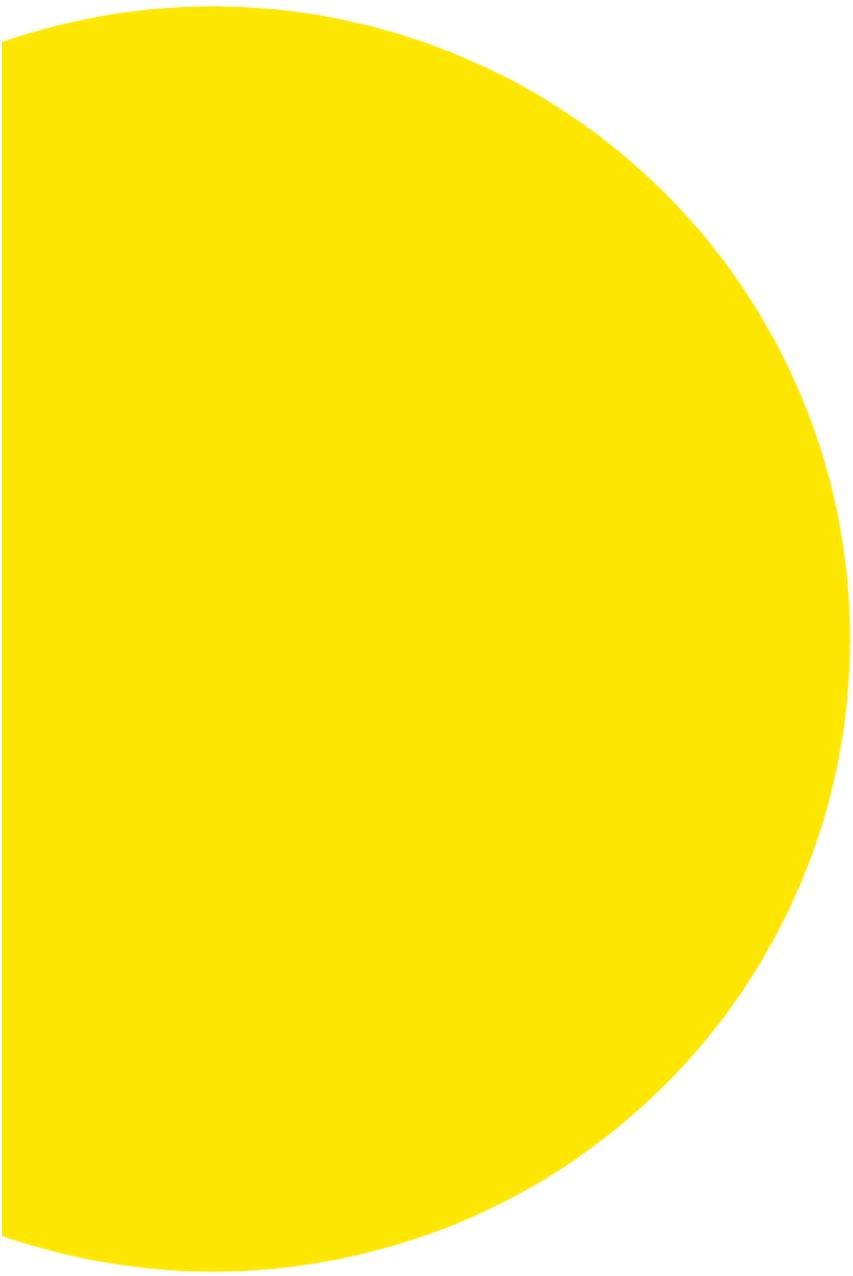
O KIT ELETRÔNICO ECOBUILD promove o envolvimento dos alunos no estudo da condutividade térmica de forma interdisciplinar, integrando conhecimentos de física e sustentabilidade. Esta experiência permite que os alunos analisem criticamente a eficiência energética e a importância dos materiais de construção para mitigar as alterações climáticas. A prática de recolher e interpretar dados ajuda-os a desenvolver competências analíticas e de pensamento crítico, preparando-os para decisões mais conscientes e sustentáveis

AGRADECIMENTOS

Trabalho desenvolvido no âmbito do projeto ICSE Science Factory (2023–2026), financiado pelo programa Horizonte Europa da UE (Nº 101093387).

REFERÊNCIAS

- European Parliament and Council of the European Union (2023). Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023. Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj>
- Lamrani, B., Johannes, K., & Kuznik, F. (2021) Phase change materials integrated into building walls: An updated review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 140, 110751. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110751>.
- Mohammad, I., & Jilte, R. (2021). A review on phase change materials for different applications. *Materials Today: Proceedings*, Vol. 46(20), P 10980-10986. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.050>
- Patil, J. R., Mahanwar, P. A., Sundaramoorthy, E., & Mundhe, G. S. (2023). A review of the thermal storage of phase change material, morphology, synthesis methods, characterization, and applications of microencapsulated phase change material. *Journal of Polymer Engineering*, 43(4), 354–375. https://doi.org/10.1515/POLYENG-2022-0254/ASSET/GRAPHIC/J_POLYENG-2022-0254_FIG_012.JPG
- United Nations Environment Programme [UNEP] (2022). International Energy Agency (IEA), Global Status Report for Buildings and Construction 2022. www.globalabc.org



S5

TEM A PALAVRA...

—

GIVING THE FLOOR...

S5

Espaço de opinião ou curta entrevista a profissionais envolvidos na Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Opinion space or short interview to professionals involved in Science, Mathematics, and Technology Education or Communication.

Espacio de opinión o entrevista corta con profesionales de la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.

TEM A PALAVRA... MÓNICA BAPTISTA

GIVING THE FLOOR TO... MÓNICA BAPTISTA

TIENE LA PALABRA... MÓNICA BAPTISTA

1. BREVE BIOGRAFIA

Mónica Baptista é presidente da direção da Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC. É professora Associada com Agregação e subdiretora do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Doutorada em Educação na área de especialidade Didática das Ciências pela Universidade de Lisboa. Coordenadora do projeto GoSTEM financiado pela FCT e coordenadora nacional de projetos europeus ICSEFactory, 3C4Life e STEMKey. Vice-presidente da Sociedade Portuguesa de Física (2019-2022), membro da direção da *International Organization for Science and Technology Education* (IOSTE) (2021-atualidade) e membro do consórcio *International Center for STEM Education* (ICSE) (2023-atualidade). É membro do Conselho Geral do Instituto de Avaliação Educativa (IAVE, I.P.). Atualmente coordena o curso de Mestrado em Ensino de Física e Química. Em 2023, recebeu o Prémio Científico Universidade de Lisboa/Caixa Geral de Depósitos na área da Educação (1.º lugar).

2. OS NÚCLEOS DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEduC) criou, neste mês de novembro, os três núcleos regionais previstos nos seus estatutos: Núcleo do Norte, coordenado por Ana Peixoto (Instituto Politécnico de Viana do Castelo); Núcleo do Centro, coordenado por José Luís Araújo (Universidade de Aveiro); Núcleo do Sul e Ilhas, coordenado por Bento Cavadas (Instituto Politécnico de Santarém).

Os três núcleos têm como principal objetivo fomentar o debate científico e a reflexão sobre a educação em ciências, promovendo de forma mais próxima a partilha de conhecimentos e práticas entre os seus membros, bem como entre estes e a comunidade da região. Esta proximidade traz, naturalmente, vários benefícios tanto para a APEduC como para os seus associados, incluindo, entre outros, o incentivo e apoio a nível regional à realização de investigação em educação em ciências; o estímulo à criação de redes de colaboração local e

regional que promovam a educação em ciências; a realização de formações, workshops e congressos regionais para públicos profissionais e académicos (e.g., professores de ciências, técnicos da área da comunicação de ciências, investigadores da área da educação em ciências); a divulgação a nível regional de investigações e de inovações pedagógicas realizadas no domínio da educação em ciências. Assim, a criação dos núcleos regionais representa um importante passo para expandir e concretizar a missão da APEDuC no território nacional.

A direção da APEDuC e a coordenação de cada núcleo assumem um compromisso sólido com o trabalho a desenvolver, pautando todas as suas iniciativas pela dedicação e proximidade, para que a nossa associação continue a crescer e a alcançar novos horizontes!

3. PARA SABER MAIS...

Links:

<https://www.apeduc.pt/>

<https://www.facebook.com/associacaoportuguesaeducacaoemciencias>

<https://www.instagram.com/assocporteduciencias/>

TEM A PALAVRA... LÚCIA POMBO

GIVING THE FLOOR TO... LÚCIA POMBO

TIENE LA PALABRA... LÚCIA POMBO

1. BREVE BIOGRAFIA

Lúcia Pombo é Investigadora Auxiliar de carreira e docente do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro e membro integrado do Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores. É Doutorada em Biologia e Doutorada em Educação, com especialização na área da Didática e Tecnologia Educativa. Tem Mestrado em Ciências das Zonas Costeiras e Licenciatura em Biologia. Tem participado em vários projetos de investigação, dos quais se destacam o EduPARK e o EduCITY, que coordena. Trata-se de projetos na área do mobile learning e Realidade Aumentada no Ensino das Ciências. Tem dado vários cursos de formação acreditados a professores para a integração de tecnologias no Ensino. Os seus Interesses de investigação são: aprendizagem potenciada por dispositivos móveis, jogos e realidade aumentada no Ensino das Ciências.

2. DA PRIMEIRA À SEGUNDA GERAÇÃO DOS PROJETOS EDU...

Estamos na segunda geração dos Projetos Edu. Era inevitável que, após o EduPARK, outro projeto lhe seguisse, dado o seu sucesso ao nível da inovação em Educação. Muitos são os elementos que, combinados entre si, conferem peculiaridade ao pioneiro EduPARK, tornando-o atrativo e inovador. A solução consubstancia-se numa aplicação para dispositivos móveis com jogos educativos com realidade aumentada para ser explorada em contextos outdoor num parque citadino que é usado como laboratório vivo de aprendizagem contextualizada. Esta abordagem pode ser efetivada em diversos contextos de aprendizagem, podendo ser formal, não-formal ou mesmo informal.

Um dos elementos-chave que potencia a aprendizagem é a realidade aumentada, pois permite a sobreposição de elementos virtuais à realidade (ver exemplo na figura 1). Por exemplo, os modelos em 3D podem ser utilizados para apoiar a visualização e a compreensão de fenómenos ou conceitos no exterior, o que não é possível com os manuais tradicionais. Os alunos

podem estabelecer ligações entre o ambiente que os rodeia (o que podem ver, observar de perto e até tocar, cheirar e sentir) e o que aprendem na escola, o que suscita a realização de debates e confrontos de ideias com os seus colegas da escola.



Figura 1 Realidade Aumentada aplicada ao painel de azulejos “Voar mais alto” de Zé Penicheiro, onde o artista evoca as diversas áreas e departamentos da UA, que se destacam e explicam através desta Realidade Aumentada.

A abordagem interdisciplinar é algo também característico dos projetos Edu. A literatura evidencia que a investigação sobre a aprendizagem móvel que envolve interdisciplinaridade não é comum. O EduPARK começou por integrar apenas desafios da área das ciências naturais, mas rapidamente acrescentou questões de história ao conteúdo da aplicação, bem como educação física, matemática, artes visuais e línguas. Por vezes, a abordagem passa a ser até transdisciplinar, quando as disciplinas se diluem e se fundem. Por exemplo, alguns desafios do jogo passam por usar flores do parque para abordar questões sobre o eixo de simetria; ou utilizaram monumentos históricos ou estruturas típicas do parque, como o coreto ou a casa dos patos, passando a ser interativas (figura 2) para integrar questões de geologia, físico-química ou matemática. O lago é outro elemento do parque que pode incorporar uma panóplia de integração curricular.



Figura 2 Recriação tridimensional da casa dos patos interativa. O objeto permite a sua rotação sobre todos os eixos.

A promoção de trabalho colaborativo é outro dos pontos fortes do projeto, uma vez que os desafios pedagógicos do jogo podem incentivar a discussão colaborativa de ideias entre os membros do grupo. O projeto recomenda que o jogo seja jogado em pequenas equipas, embora também possa ser jogado individualmente. Esta recomendação está de acordo com a investigação que sugere que a colaboração é mais eficaz do que a competição na obtenção de resultados de aprendizagem. No entanto, a aprendizagem baseada em jogos também incentiva a

competição entre diferentes grupos, o que pode aumentar o envolvimento dos alunos em situações de aprendizagem desafiantes e melhorar o seu entusiasmo para aprender.

Por último, e para mencionar apenas os elementos mais importantes, destaca-se a Educação Aberta e para todos. O público-alvo é bastante alargado, uma vez que inclui os alunos do 1.º ciclo do ensino básico até ao ensino superior, incluindo crianças e jovens com necessidades especiais; profissionais de educação que participam nas atividades e formações, familiares e amigos, para além do público em geral ou qualquer turista (nacional ou estrangeiro) numa perspetiva de aprendizagem ao longo da vida.

No EduPARK foram realizadas mais de 100 atividades com alunos, professores e visitantes no parque, entre 2016 e 2019. Envolveram-se vários estudantes de licenciatura, mestrado e doutoramento, em formação inicial, pós-graduada e professores em formação contínua através de ações e workshops acreditados. Recolheram-se evidências e auscultaram-se opiniões sobre o valor educativo do projeto, cuja análise foi alvo de publicações várias. Estabeleceram-se parcerias para promover a sustentabilidade do projeto, nomeadamente com a Câmara Municipal de Aveiro e com a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, para garantir a continuidade desta atividade por parte de Escolas e de Centros de Ocupação de Tempos Livres.

Em 2018, a Comissão Executiva do ECIU (*European Consortium of Innovative Universities*) reconheceu o EduPARK como um projeto que demonstra um nível particularmente elevado de inovação dada a sua multidisciplinaridade, o uso educativo da realidade aumentada em tecnologias do dia-a-dia como o *smartphone* e o desafio sobre a forma inovadora de como as pessoas podem aprender. O EduPARK é o vencedor do reconhecido prémio ECIU for *Innovation in Teaching and Learning*, ganhando ainda mais visibilidade.

O projeto tinha que crescer, dando origem a outro ainda mais inovador e desafiante. A Macaca do EduPARK (EduMonkey) passou o testemunho ao Flamingo do EduCITY, o Mr. Pinky, ambas mascotes simpáticas dos respetivos projetos (figuras 3 e 4). E foi assim que surgiu, em 2022, a 2ª geração de projetos Edu, o EduCITY.



Figuras 3 e 4 Aplicação EduPARK e EduCITY a ser utilizada por crianças e as respetivas mascotes.

O EduCITY envolve uma equipa multidisciplinar, com investigadores das áreas da educação, biologia, ambiente, informática e multimédia que pertencem a quatro Unidades de Investigação da Universidade de Aveiro: CIDTFF, CESAM, IEETA e DIGIMedia. A finalidade é promover cidades sustentáveis, criando um ambiente inteligente de aprendizagem suportado por uma app móvel, através de percursos educativos pela cidade. A exploração da app pretende desenvolver

competências-chave de sustentabilidade, já que os jogos integram temas como eficiência energética, biodiversidade, desperdício de água e alimentos, ou ainda tráfego citadino. Assenta no movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), onde a aprendizagem é inter e transdisciplinar e enquadrada em contextos de vida real. Estes jogos são cocriados pela comunidade escolar, académica e geral e integram desafios interdisciplinares atrativos para serem explorados por cidadãos em passeios pela cidade.

Adota-se um paradigma pragmático com uma abordagem design-based research, com vista à produção de uma solução prática (intervenção educativa) e teórica (desenho de referencial), recorrendo a ciclos sucessivos de melhoria do ambiente de aprendizagem inteligente e a técnicas de inquirição e de observação para avaliar mudanças em termos de sustentabilidade.

A inovação do EduCITY reside no uso do território como laboratório vivo experimental, levando a Educação para contextos reais, como os diversos espaços urbanos, saltando as barreiras do parque e caminhando em direção ao resto da cidade e a outras cidades. No EduCITY, o utilizador pode ser jogador, mas também criador de jogos e de recursos educativos, bastando, para isso, criar um perfil na plataforma EduCITY que é de acesso aberto e suporta dinâmicas participativas, inovadoras e alinhadas com o movimento *Open School*. Abre-se a participação da comunidade, pois qualquer cidadão pode contribuir ativamente para a coconstrução de jogos, seguindo uma abordagem socio-construtivista. E mais desafiante ainda, qualquer cidadão pode criar também conteúdos em realidade aumentada, mesmo sem competências de programação.

A app EduCITY permite também a ligação a pequenos sensores ambientais, possibilitando determinar alguns índices ambientais, como o ruído e as partículas em suspensão, para que o cidadão fomente a sua consciência ambiental sobre estas questões na sua cidade.



Figura 5 Vários écrans da app EduCITY: menu inicial, seleção de um novo jogo, escolha de uso de sensores ambientais e início de uma questão no jogo “Ciência e Tecnologia”

A app que agrega esses jogos educativos pode ser explorada em passeios por qualquer cidade, recorrendo a estratégias de “aprender fazendo”, na qual os jogos interdisciplinares em realidade aumentada permitem a consciencialização ambiental na cidade, onde os cidadãos são “cientistas ativos” e agentes de mudanças sustentáveis, numa lógica de ciência cidadã.

A escalabilidade do EduCITY também se torna notória, dada a aplicabilidade desta abordagem a qualquer cidade visando um futuro digital, verde e saudável para todos. A estratégia

EduCITY pode ser explorada em diversos níveis de ensino, desde o ensino básico ao ensino superior e em contextos diversos, desde formais, não-formais ou informais. É possível, agora, criar jogos e respetivos recursos educativos para qualquer cidade do mundo.

Este é um projeto para a sociedade, havendo uma ampla partilha de conhecimento entre a universidade, as escolas e a comunidade em geral. E é nesta lógica, em que os cidadãos são agentes de mudanças sustentáveis, que o EduCITY vence o 1º Prémio Inova+ 2024, na categoria “Inovação para Cidades Criativas” (figura 6). O Prémio INOVA+ conta com o Alto Patrocínio do Presidente da República e pretende distinguir soluções que respondem a desafios sociais com impacto nos territórios e se enquadram no conceito S+T+ARTS (Ciência, Tecnologia e Artes). Espera-se que este prémio contribua para o reconhecimento nacional do trabalho desenvolvido e o projeto possa ser abraçado, ainda por mais cidades.



Figura 6 1º Prémio Inova+ 2024 atribuído ao EduCITY na categoria “Inovação para cidades criativas”.

A missão do EduCITY é muito mais lata do que a de um projeto tradicional de Investigação & Desenvolvimento. É um esforço desafiante e ambicioso, onde os cidadãos se comprometem com a transformação e nela se envolvem para benefício da qualidade de vida e da sustentabilidade das cidades.

A Inovação para Cidades Criativas, subjacente ao EduCITY, pretende alargar o seu impacto a outras cidades e países, através de protocolos estabelecidos com Municípios, Agrupamentos de Escolas e Instituições do Ensino Superior que enquadram a cooperação em áreas de interesse comum, uma vez que esta abordagem envolve a comunidade escolar, local e turismo, importantes para a economia dos respetivos locais. Outras entidades estão interessadas em replicar as ideias e soluções emergentes do EduPARK e do EduCITY, tanto a nível nacional (por exemplo, a cooperação em curso com a Câmara Municipal de Aveiro, a Câmara Municipal de Ílhavo, a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, o Laboratório da Paisagem, em Guimarães, o Agrupamento de Escolas de Felgueiras, o Zoo de Santo Inácio, em Gaia, ...) como internacional (por exemplo, a cooperação em curso com a Universidade Autónoma de Madrid, a Universidade Federal de Alagoas, e a Universidade de Pernambuco, no Brasil, no que respeita à formação inicial de professores).

Estas gerações de projetos Edu ambicionam ser uma referência valiosa na Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Qual será o projeto da terceira geração Edu?

3. AGRADECIMENTOS

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

O projeto EduCITY é financiado por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto PTDC/CED-EDG/0197/2021.

4. PARA SABER MAIS...

<http://edupark.web.ua.pt/#home>

<https://educity.web.ua.pt/>

<https://www.instagram.com/educity.ua/>

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100087555867438>

<https://www.youtube.com/@educityua>

TEM A PALAVRA... RAQUEL BRANQUINHO, PRESIDENTE DA ARMA-SCI

GIVING THE FLOOR TO... RAQUEL BRANQUINHO, ARMA-SCI'S PRESIDENT

TIENE LA PALABRA... RAQUEL BRANQUINHO, PRESIDENTE DE LA ARMA-SCI

1. BREVE BIOGRAFIA

Nasci e cresci em Armamar, onde desde cedo me apaixonei pela Microbiologia. Lembro-me de a minha professora de ciências mostrar, na escola, que existiam seres microscópicos capazes de produzir um arsenal de substâncias com aplicação direta para o Homem. Esse deslumbramento transformou-se, desde cedo, no desejo de me tornar cientista, levando-me a licenciar em Microbiologia e a seguir um Doutoramento em Ciências Farmacêuticas. Um momento marcante do meu doutoramento ocorreu numa reunião familiar, quando uma criança me perguntou, com curiosidade, como eram “os meus dias na faculdade”. Na altura, investigava por que motivo os meus antepassados de Armamar usavam lesmas terrestres como terapia alternativa para infeções da pele, mas dei por mim sem conseguir explicar claramente o que fazia. Aquela pergunta inocente levou-me a refletir sobre a importância de comunicar ciência de forma acessível e da necessidade de envolver o público no conhecimento científico. Há 10 anos que me dedico a estes temas, atualmente na Universidade do Porto (FLUP), onde facilito estratégias para incentivar outros investigadores a responderem às perguntas das “crianças de todas as idades”, ajudando-os a comunicar ciência de forma acessível. Mais recentemente, percebi que as crianças de contextos rurais enfrentam os mesmos desafios no acesso à ciência que eu enfrentei, ainda que de forma e em extensão diferentes. Essa constatação levou-me a fundar a Associação ARMA-Sci – Rede de Promoção do Capital Científico de Armamar –, onde lidero projetos para democratizar o acesso à ciência em comunidades rurais e para promover a literacia científica como motor de desenvolvimento sustentável. Um dos exemplos mais inspiradores deste trabalho tem sido a Noite Europeia dos Investigadores em ambientes rurais - Armamar (NEI-Armamar). Acredito que a ciência é uma ponte para o futuro e defendo que a curiosidade e a vontade de aprender não devem ser limitadas por barreiras geográficas. Com essa convicção, sigo dedicada a inspirar jovens e educadores a verem na ciência um caminho para um mundo mais justo e sustentável.

2. O QUE É O PROJETO DA NOITE EUROPEIA DOS INVESTIGADORES EM CONTEXTOS RURAIS E QUAIS OS PRINCIPAIS OBJETIVOS?

A NEI-Armamar nasce para responder a uma necessidade premente: reduzir as desigualdades de oportunidades no acesso ao conhecimento, à ciência e aos cientistas, uma realidade ainda persistente em muitas regiões rurais portuguesas, onde a distância física de instituições científicas limita a integração da ciência na vida destas comunidades. Neste sentido, os objetivos da NEI-Armamar incluem: a) descentralizar e democratizar o acesso à ciência, aproximando-a das comunidades rurais e tornando-a parte ativa das suas vidas; b) fortalecer e fomentar redes de parceria colaborativas e sustentáveis entre escolas, investigadores, instituições, organizações e comunidades locais; c) promover a literacia científica que fomente a utilização da ciência para a tomada de decisões e como motor de desenvolvimento local sustentável e d) inspirar as novas gerações a tornarem-se agentes de mudança.

Embora o evento principal decorra na última sexta-feira de setembro, a NEI-Armamar congrega outras iniciativas ao longo do ano, em formatos presenciais e online. As iniciativas variam desde “*workshops*”, “*pitchs*”, estações de ciência e conversas em formato “*flash talks*” ou “*fishbowl*”. A coordenação local é liderada pela ARMA-Sci, em estreita colaboração com o Município de Armamar, o Agrupamento de Escolas Gomes Teixeira (AEGT) e o GOMA (Academia de Ciências Gomes Teixeira). Parceiros locais e nacionais (e.g. CIDTFF.UA, consórcios SCIEVER e SCIGLO), desempenham um papel fundamental no sucesso do projeto. Acresce que, em Armamar pilotamos um modelo que pode ser reusado e adaptado para outros contextos rurais atendendo às especificidades e necessidades de cada local.

3. DE QUE FORMA A NEI ARMAMAR TEM ARTICULADO OS CONTEXTOS DE EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO FORMAL?

A NEI-Armamar promove uma cultura de aprendizagem integrada entre os contextos, ampliando as oportunidades de aprendizagem dos estudantes. Para tal, a ARMA-Sci colabora estreitamente com o AEGT na organização da NEI-Armamar, incentivando: a) a participação ativa dos alunos em várias atividades, inclusive como co-organizadores do evento, promovendo competências interpessoais, de organização e de liderança, que vão além do currículo tradicional; b) um ambiente de aprendizagem interdisciplinar e ampliado, onde os alunos interagem diretamente com investigadores e exploram temas científicos de forma personalizada, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico; c) a integração curricular, alinhando as atividades da NEI-Armamar com os temas abordados em sala de aula, o que facilita a conexão entre o conteúdo curricular e as aplicações práticas e científicas. Adicionalmente, a NEI-Armamar oferece formação creditada para professores, funcionando como um polo de desenvolvimento profissional e promovendo o uso de novas ferramentas em educação em ciências.

4. NA SUA OPINIÃO QUAIS FORAM OS PRINCIPAIS RESULTADOS DA NEI ARMAMAR?

Várias evidências permitem-nos afirmar que os dois eventos da NEI-Armamar tiveram um impacto significativo na promoção da literacia científica e no estímulo ao envolvimento na ciência da comunidade de Armamar. Questionários aplicados aos participantes revelam que a NEI-Armamar contribuiu para desenvolver a identidade científica dos participantes, estimulando o

seu interesse pela ciência, o reconhecimento do papel da ciência na resolução de problemas locais, a ampliação das suas redes sociais relacionada com a ciência, e contribuindo para que se sintam capazes de participar em projetos científicos.

Os testemunhos reunidos no livro colaborativo que documenta a primeira edição da NEI-Armamar revelam ainda que os participantes aprenderam conteúdos científicos importante para as suas escolhas do dia-a-dia. Os *Focus Group* realizados com os alunos mostram que a participação na organização do evento contribuiu ainda para o desenvolvimento de competências essenciais no “*Perfil dos Alunos à Saída do Ensino Obrigatório*”, incluindo competências de relacionamento interpessoal, raciocínio e resolução de problemas, e desenvolvimento pessoal e autonomia.

Este impacto produziu ainda resultados duradouros, tais como: a) a criação da Associação Arma-Sci, que sustenta o desenvolvimento de novos projetos para fortalecer o capital científico local e alimentar o sentimento de pertença e orgulho na região; b) a atribuição de uma bolsa de Doutoramento para explorar as “*open schools*” no território; e c) a consolidação de parcerias estratégicas locais e nacionais para o crescimento sustentável da ciência e do próprio território.

5. QUE MENSAGEM GOSTARIA DE DEIXAR AOS EDUCADORES EM CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E MATEMÁTICA DE ESCOLAS LOCALIZADAS EM ZONAS RURAIS?

Aos educadores de escolas localizadas em regiões rurais, deixo uma mensagem de incentivo e de confiança no papel transformador que desempenham. Levar a ciência às escolas rurais vai além de um currículo escolar — é inspirar, fomentar a curiosidade e estimular a formulação de novas perguntas, e é também criar uma ligação entre o mundo e os alunos, mostrando-lhes que a ciência e o conhecimento são ferramentas essenciais para entender e melhorar as nossas vidas e a das suas regiões — seja na agricultura, na saúde, na preservação dos recursos locais ou na resolução de desafios comunitários. E o papel dos educadores é crucial, particularmente em contextos com acesso direto à ciência mais limitado. Sugiro, por isso, que abram as portas da escola, construam pontes, envolvam a comunidade, promovam parcerias, explorem projetos que abordem questões específicas da vossa realidade local. A NEI-Armamar já nos mostrou o resultado positivo de co-criarmos iniciativas que fortaleçam a ligação dos alunos com o território, com a ciência e com o conhecimento, permitindo que cada jovem veja o seu próprio potencial enquanto cidadão ativo e futuro agente de mudança.

6. PARA SABER MAIS...

sobre o trabalho da [ARMA-Sci](#), projetos em curso e como apoiar a sua missão, ou sobre a [Noite Europeia dos Investigadores em Armamar – Palco da Ciência em Ambientes Rurais](#) (doi.org/10.48528/vh3d-zx88).



Figura 1 Grupo de estudantes e membros da organização da Noite Europeia dos Investigadores em Armamar, participantes das diferentes atividades, reunidos no final da segunda edição do evento, numa celebração conjunta do momento.

TIENE LA PALABRA... JUAN MIGUEL BELMONTE GÓMEZ

TEM A PALAVRA... JUAN MIGUEL BELMONTE GÓMEZ

GIVING THE FLOOR TO... JUAN MIGUEL BELMONTE GÓMEZ

1. EN MEMORIA DE GUY BROUSSEAU (1933-2023)

El pasado año el mundo de la didáctica de las matemáticas despidió a los 90 años a uno de sus pensadores más innovadores e influyentes, el investigador, matemático y profesor francés Guy Brousseau, que deja un legado que perdurará en las aulas y en las mentes de los educadores de matemáticas en todo el mundo.

La Didáctica de las Matemáticas es lo que es ahora gracias a personas como él. Llevo más de treinta años formando futuros profesoras y profesores y siempre le agradeceré a Brousseau la construcción de una teoría sólida que permite, tanto analizar y fundamentar la práctica, como proporcionar herramientas de análisis para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Se le ha considerado el padre de la didáctica matemática, dotándola de una estructura científica a la vez que de un sentido práctico y que ha impactado a muchas generaciones.

En su obra más destacada, la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD), revolucionó la concepción de cómo los estudiantes aprenden matemáticas. Para Brousseau, la clave del aprendizaje era diseñar situaciones en las que los estudiantes pudieran resolver problemas de manera activa, permitiéndoles descubrir y construir conocimientos matemáticos por sí mismos, en lugar de ser simples receptores de información.

Los trabajos de Brousseau se esforzaron en comprender las características y complejidad del aprendizaje matemático y en ofrecer a los docentes herramientas prácticas para facilitar este proceso en el aula. La noción de situación didáctica, en la que los alumnos participan en actividades diseñadas cuidadosamente para provocar la aparición de conceptos matemáticos fundamentales, se convirtió en un pilar de la didáctica y ha sido adoptada por profesores en múltiples contextos culturales.

Sus aportaciones teóricas se confrontaron en un gran dispositivo creado por él en 1973: el COREM (Centre d'Observation pour la Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques), asociado a la Escuela de Educación Infantil y Primaria Jules Michelet (Talence, en los alrededores

de Burdeos) que proporcionó a numerosos investigadores de todo el mundo un auténtico laboratorio donde poder validar sus producciones.

Tuve ocasión de visitarla y observar el dispositivo experimental que diseñó al servicio de las investigaciones en Didáctica de las Matemáticas. Precisamente mis trabajos de tesis, basados en la TSD, fueron dirigidos por la Doctora M^a del Carmen Chamorro que trabajó directamente con él en el COREM y que fue una de las principales introductoras de esta teoría en España.

Durante su vida, Brousseau fue reconocido con numerosos premios y distinciones internacionales, que reflejan el alcance global de su influencia. En 2003, le fue concedida la primera medalla Félix Klein de la ICMI (International Commission on Mathematical Instruction).

La Didáctica de las Matemáticas siempre estará en deuda con él, y sus decisivas aportaciones estarán presentes durante muchos años.

2. BIOGRAFÍA

Juan Miguel Belmonte, es Profesor Titular de Universidad, licenciado en Ciencias Matemáticas en la Universitat de València y Doctor en Didáctica de las Matemáticas. Durante más de treinta años ha sido profesor de Didáctica de las Matemáticas para maestros de Educación Infantil y Primaria en la Universidad Complutense de Madrid. Es investigador en la enseñanza de la medida, especialmente de la magnitud tiempo. Parte de su investigación sigue el enfoque de la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD).

VOLUME 5 | NÚMERO 2

NOVEMBRO 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

