

VOLUME 4 | NÚMERO 1

ABRIL 2023

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

EDITOR / DIRETOR

J. Bernardino Lopes

EDITORES ASSISTENTES / ASSISTANT EDITORS

Carla Morais
Elisa Saraiva
Miriam Méndez
Patrícia Giraldi
Ron Blonder
Xana Sá-Pinto

EDITOR CONVIDADO / GUEST EDITOR

Franz Rauch

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:** apeducrevista@gmail.com**CAPA, PAGINAÇÃO E APOIO À GESTÃO EDITORIAL**

Patrícia Pessoa

ISSN: 2184-7436**CONSELHO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD**

Agustin Adúriz Bravo, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Álvaro Folhas, Escola Secundária Marques Castilho, Portugal

António Cachapuz, Universidade de Aveiro, Portugal

Baohui Zhang, Shaanxi Normal University, China

Ben Akpan, Science Teachers Association of Nigeria, Nigeria

Carlos Fiolhais, Universidade de Coimbra, Portugal

Cecília Galvão, Universidade de Lisboa, Portugal

Chatree Faikhamta, Kasetsart University, Thailand

Christian Buty, Université of Lion, France

Clara Alvarado Zamorano, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

Digna Couso, Universitat Autònoma de Barcelona, Spain

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

Emmanuel Mushayikwa, University of the Witwatersrand, South Africa

Fernanda Ledesma, Escola Secundária D. João II, Portugal

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

Isabel P. Martins, Universidade de Aveiro, Portugal

Jaime Carvalho e Silva, Universidade de Coimbra, Portugal

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

João Filipe Matos, Universidade de Lisboa, Portugal

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

Laurinda Sousa Ferreira Leite, Universidade do Minho, Portugal

Leonel Morgado, Universidade Aberta, Portugal

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

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

Maria João Fonseca, Universidade do Porto, Portugal

Maria Odete Valente, Universidade de Lisboa, Portugal

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

Núria Climent, Universidad de Huelva, Spain

Pedro Membiela, Universidade de Vigo, Spain

Regina Gouveia, Professora aposentada e escritora, Portugal

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:

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

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

Publish two issues per year:

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

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

Publica dos números al año:

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

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

ÍNDICE

TABLE OF CONTENTS

TABLA DE CONTENIDOS

Editorial	7
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	11
<i>New strategies in science education? The use of video abstracts in ecology and environmental sciences in the classroom</i> Novas estratégias na educação? O uso de video abstracts em ecologia e ciências do ambiente na sala de aula ¿Nuevas estrategias en educación? El uso de vídeo resúmenes de ecología y ciencias ambientales en el aula Miguel Filipe Leite Ferreira, João Loureiro, António Granado & Betina Lopes	13
<i>A história em quadrinho "Dagwood consegue cindir o átomo" (1950): uma perspectiva histórica e cultural</i> The comic book "Dagwood splits the atom" (1950): a historical and cultural perspective El cómic "Dagwood puede dividir el átomo" (1950): una perspectiva histórica y cultural Vinicius Jacques & Henrique César da Silva	27
<i>Professional development for education for sustainable development: the case of the university in-service course "Education for sustainable development – innovations in school and teacher education (BINE)"</i> Desenvolvimento profissional para a educação para o desenvolvimento sustentável: o caso do curso universitário em serviço "Educação para o desenvolvimento sustentável - inovações na educação escolar e na formação de professores (BINE)" Desarrollo profesional de la educación para el desarrollo sostenible: el caso del curso universitario en servicio "Educación para el desarrollo sostenible - innovaciones en la escuela y la formación del profesorado (BINE)" Franz Rauch, Peter Kurz & Regina Steiner	45
<i>Education for sustainable development in primary education - demand and reality in Styrian elementary schools</i> Educação para o desenvolvimento sustentável no ensino primário - procura e realidade nas escolas primárias da Estíria Educación para el desarrollo sostenible en la enseñanza primaria: demanda y realidad en las escuelas primarias de Estíria Nina Hoheneder	60

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

76

Informal learning through nature experience - the educational practice of rangers in a biosphere reserve

Aprendizagem informal através da experiência da natureza - a prática educacional de guardas florestais numa reserva da biosfera

Aprendizaje informal a través de la experiencia en la naturaleza - la práctica educativa del guardabosques en una reserva de la biosfera

Selina Anna-Maria Straßer

78

Supporting science capital teaching through a participatory action research cooperation between schools and out-of-school settings

Apoio ao ensino do capital científico através de uma investigação-ação participativa e de cooperação entre escolas e ambientes extra-escolares

Apoyar la enseñanza del capital científico mediante una cooperación de investigación-acción participativa entre escuelas y entornos extraescolares

Merima Ramic & Andrea Frantz-Pittner

87

Planificação, execução e avaliação três momentos cruciais para melhoria nos processos de ensino e aprendizagem

Planning, execution and evaluation three crucial moments for improving the teaching and learning processes

Planificación, ejecución y evaluación tres momentos cruciales para mejorar de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Cristina Morais Cuquigüia Maiando

101

Sentidos da multiplicação e a applet multiplicação da plataforma Hypatiamat

Meaning of multiplication and the multiplication applet of the Hypatiamat platform

Los sentidos de la multiplicación y la applet multiplicación de la plataforma Hypatiamat

Yelitza Freitas, Ricardo Pinto, Virgílio Rato, Ana Gomes & Fernando Martins

119

Montagem de microscópios a partir de resíduos: um exemplo de Cabo Verde

Assembly of microscope using waste: an example from Cape Verde

Montaje de microscopios a partir de residuos: un ejemplo de Cabo Verde

Fredson Jorge Santos Delgado, Carlos Alberto Gomes Vaz, Hailton Spencer Lima, Kleyce Emiline Gomes Correia, Mauro António Souto Amado Borges, Onyedikachi Queen Ughalah & Betina Da Silva Lopes

138

Capoeiras jogam física?! A introdução da cultura de matriz africana na física da escola de nível médio brasileira

Capoeiras play physics?! The introduction of the african matrix culture in the physics of brazilian high school

Capoeiras jugar física?! La introducción de la cultura matriz africana en la física de la escuela secundaria brasileña

Wagner de Souza

153

Extratos de folhas, flores, frutos e raízes como indicadores ácido-base

Leaf, flower, fruit, and root extracts as acid-base indicators

Extractos de hojas, flores, frutos y raíces como indicadores ácido-base

Elisa Saraiva, Carolina Costa, Catarina Silva, Filipa Oliveira, Inês Ribeiro, Leonardo Rocha, Madalena Ribeiro, Mariana Carvalhal, Regina Henriques, Rodrigo Pinheiro, Salvador Costa, Tomás Antunes, Tomás Amaral & Maria Manuel Azevedo

171

<i>Impressão Lumen como recurso educacional e interdisciplinar</i> Lumen printing as an educational and interdisciplinary resource La impresión Lumínica como recurso educativo e interdisciplinar Maria Adelaide Pinho Montenegro Andrade, Armando Soares & Paula Catarino	184
<i>Controvérsia simulada CTS sobre energia nuclear aplicando a codocência e utilizando a teoria da atividade como referencial</i> STS simulated controversy about nuclear energy applying co-teaching and using the activity theory as a theoretical framework Controversia simulada de CTS sobre energía nuclear aplicando la codocencia y usando de la teoría de la actividad como referencial Carlos José Afonso Neto, Glauco da Silva & Glória Queiroz	192
Secção 3 - Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia Section 3 - Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education Sección 3 - Relación entre la Investigación y la Práctica en la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología	206
<i>Geodiversidade urbana como recurso educativo com potencial para abordagens promotoras de sustentabilidade geológica</i> Urban geodiversity as an educational resource with potential for approaches promoting geological sustainability La geodiversidad urbana como recurso educativo con potencial para enfoques que promuevan la sostenibilidad geológica Elisa Saraiva, Carlos Marques da Silva, Hélder Pereira, Francisco Lopes & J. Bernardino Lopes	208
Secção 4 – Livros e companhia: resenhas críticas e sugestões de integração de recursos didáticos Section 4 – Books and more: critical reviews and suggestions for integrating teaching resources Sección 4 – Libros y compañeros: reseñas críticas y sugerencias para integrar recursos didáticos	238
<i>Sugestão de integração do recursos didático “simulação interativa PhET – Gases: Introdução”</i> Suggestion for integrating the teaching resource " PhET interactive simulation - Gases Intro" Sugerencia para integrar el recurso didático "simulación interactiva de PhET - Introducción a los gases" Natália Silva	240
<i>Critical review of “Becoming Scientific – Developing Science across the Life-Course” (2020) from Saima Salehjee & Mike Watts</i> Recensão crítica de “Tornar-se Científico – Desenvolver(-se) através da Ciência ao longo da Vida” (2020) de Saima Salehjee & Mike Watts Reseña crítica de "Convertirse en Científico - Desarrollar la Ciencia a lo largo de la Vida " (2020) de Saima Salehjee & Mike Watts Betina da Silva Lopes	243

<i>Secção 5 – Tem a palavra...</i>	
<i>Section 5 – Giving the floor...</i>	
<i>Sección 5 – Tiene la palabra...</i>	246

<i>Tem a palavra... Mónica Baptista</i>	
Giving the floor to... Mónica Baptista	
Tiene la palabra... Mónica Baptista	248
<i>Tem a palavra... Fátima Paixão</i>	
Giving the floor to... Fátima Paixão	
Tiene la palabra... Fátima Paixão	250
<i>Tem a palavra... Quatro jovens professores de física e química em formação inicial</i>	
Giving the floor to... Four young pre-service physics and chemistry teachers	
Tiene la palabra... Cuatro jóvenes profesores de física y química en formación inicial	252
<i>Tem a palavra... Fátima Regina Jorge</i>	
Giving the floor to... Fátima Regina Jorge	
Tiene la palabra... Fátima Regina Jorge	260

EDITORIAL

Caro leitor, colocamos nas suas mãos o número 1 do volume 4 da **APEDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia** / **APEDuC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education**. Leia e divulgue!

A **APEDuC Revista** dá destaque, neste número, à geodiversidade. De facto, a geodiversidade urbana, como recurso educativo, esteve em discussão numa mesa redonda organizada pela **APEDuC Revista**. Nela atores da Educação em Ciências (investigadores e professores) desafiaram-se mutuamente e, em conjunto, apontaram caminhos para reforçar a qualidade da Educação em Ciências. Na Secção 3 deste número essa discussão está vertida em texto.

Neste número da **APEDuC Revista** é introduzida uma novidade na secção 4, que habitualmente publicava apenas resenhas críticas de livros. Abre-se, a partir deste número, a possibilidade de os leitores fazerem sugestões de recursos educativos disponíveis gratuitamente on-line, com a respetiva descrição da experiência educativa de integração desses recursos nas suas práticas pedagógicas. Convidamos todos a contribuir para esta secção.

Outra novidade a partir deste número da **APEDuC Revista** é que todos os artigos terão um DOI (Identificador de Objeto Digital) que é um código alfanumérico individual registado internacionalmente para identificar de forma inequívoca qualquer trabalho científico e mais facilmente ser referenciado, identificado e catalogado. Após a notícia de que a nossa revista é uma publicação científico-didática com revisão por pares indexada na *Qualis*, com classificação B1, e na *Google Scholar*, regozijamo-nos agora por mais este avanço na sua consolidação nacional e internacional!

Como referido no número anterior da **APEDuC Revista** passámos a ter em cada número um Editor

Dear reader, we release here issue 1 of volume 4 of the of **APEDuC Revista – Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia** / **APEDuC Journal – Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education!** Read and share!

APEDuC Journal highlights geodiversity in this issue. In fact, urban geodiversity, as an educational resource, was discussed at a round table organized by the **APEDuC Journal**. In it, science education actors (researchers and teachers) challenged each other and, together, pointed out ways to reinforce the quality of Science Education. In Section 3 of this issue this discussion is transcribed in text.

In this issue of the **APEDuC Journal**, a new feature is introduced in section 4, which used to publish critical book reviews only. From this issue onwards, readers will be able to suggest educational resources freely available on-line, with the respective description of the educational experience that integrated those. You are invited to contribute to this section.

Another novelty from this issue of **APEDuC Journal** is that all articles will have a DOI (Digital Object Identifier) which is an internationally registered individual alphanumeric code to unequivocally identify any scientific work and more easily be referenced, identified and catalogued. After the indexation of **APEDuC Journal** in *Qualis*, where it is classified as B1 and in *Google Scholar*, we are happy to announce you this new step towards the national and international consolidation of our journal.

As mentioned in the previous issue of **APEDuC Journal**, we now have a Guest Editor in each issue. The guest editor of this issue is Prof. Doctor Franz

Convidado. O editor convidado deste número é o Prof. Dr. Franz Rauch. Informado na experiência de vários anos como professor em escolas profissionais e como investigador, o seu trabalho tem-se focado na área da educação para a sustentabilidade. Tem um mestrado em Ciências Naturais (certificação de ensino), um Ph.D. em Educação e Agregação em Educação (com foco em Educação Ambiental). Trabalhou como professor de ciências em escolas profissionais por vários anos. Foi investigador da University of Northumbria em Newcastle upon Tyne, Inglaterra e Fulbright Scholar da University of Missouri – St. Louis, EUA. Atualmente é diretor do Institute of Instructional and School Development (IUS) da Alpen-Adria University Klagenfurt (Austria).

Neste número *destaca-se*:

Na Secção 1, Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são publicados quatro artigos nos quais estão envolvidos autores austríacos, brasileiros e portugueses. Três deles estão escritos em língua inglesa e um em língua portuguesa.

No primeiro artigo avalia-se o potencial do uso de *video abstracts* em ecologia e ciências do ambiente na sala de aula como ferramenta para disseminar o conteúdo científico. No segundo artigo os autores fazem uma análise histórica e cultural da produção da banda desenhada “Dagwood consegue cindir o átomo” publicado no Brasil em 1950. O editor responsável pelo terceiro e quarto artigos foi o Editor Convidado, Prof. Doutor Franz Rauch. Esses dois artigos oferecem uma visão sobre iniciativas de pesquisa no campo da Educação para o Desenvolvimento Sustentável na Áustria. O terceiro artigo apresenta um curso de desenvolvimento profissional com enfoque nas inovações na educação e na abordagem metodológica de investigação-ação e relatórios sobre os resultados de uma investigação de avaliação de acompanhamento. O quarto contributo trata de um estudo nas escolas primárias que examina em que medida os requisitos da EDS são alcançados.

Na Secção 2, Relatos de Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são

Rauch. Informed by his experience of several years as a teacher in professional schools and as a researcher, his work has focused on the area of education for sustainability. He has a Master of Natural Sciences (teaching certification), a Ph.D. in Education and Aggregation in Education (focusing on Environmental Education). He worked as a science teacher at vocational schools for several years. He was a Research Fellow at the University of Northumbria in Newcastle upon Tyne, England and a Fulbright Scholar at the University of Missouri – St. Louis, USA. He is currently Professor at the Institute of Instructional and School Development (IUS) at Alpen-Adria University Klagenfurt (Austria).

In this issue we highlight:

In Section 1, Research in Science, Mathematics and Technology Education, four papers are published in which Austrian, Brazilian and Portuguese authors are involved. Three of them are written in English and one in Portuguese.

The first paper evaluates the potential of using video abstracts in ecology and environmental sciences in the classroom as a tool to disseminate scientific content. In the second paper, the authors make a historical and cultural analysis of the production of the comic book “Dagwood consegue cindir o átomo”, published in Brazil in 1950. The editor in charge of the third and fourth papers was the Guest Editor, Prof. Doctor Franz Rauch. These two papers offer insights into research initiatives in the field of Education for Sustainable Development in Austria. The third article presents a professional development course with a focus on innovations in education and the methodological approach of action research and reports on the results of an accompanying evaluation research. The fourth contribution deals with a study at primary schools which examine to what extent the requirements of ESD are achieved.

In Section 2, Reports of Practice in Science, Mathematics and Technology Education, nine

publicados nove artigos de autores de Angola, Áustria, Brasil, Portugal e São Tomé e Príncipe, dois deles sob a responsabilidade do nosso Editor Convidado. Na primeira contribuição, é apresentado o exemplo de caminhadas guiadas na Região austríaca da Biosfera da UNESCO, em Nockberge, com enfoque na experiência da natureza e é discutido o potencial de aprendizagem informal. A segunda contribuição relata uma iniciativa na Áustria sobre como o conhecimento e as atitudes relacionadas com a ciência no sentido de capital da ciência podem ser promovidas através da investigação-ação participativa pelas escolas e por uma instituição não formal.

Em relação aos restantes sete artigos, todos escritos em português, no primeiro apresenta-se uma intervenção pedagógica para melhorar os processos de ensino e aprendizagem na 6ª classe de uma escola na cidade Angolana do Uíge. No segundo artigo descreve-se uma intervenção que usa a plataforma “Hypatiamat” na prática letiva com o objetivo de promover a compreensão e de superar as dificuldades observadas nos alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico sobre os sentidos da multiplicação. No terceiro artigo descreve-se a montagem e uso de um microscópio de baixo custo para apoiar as aulas práticas nas escolas de Cabo Verde utilizando-se materiais recuperados de lixeiras, em particular lentes de telemóveis. No quarto artigo descreve-se uma atividade de aprendizagem de Física baseada no jogo de capoeira, um desporto e expressão cultural brasileira. O quinto artigo descreve o trabalho de investigação de alunos sobre o potencial de utilização como indicadores colorimétricos de ácido-base de alguns extratos de pigmentos vegetais e a comunicação do seu trabalho num congresso de jovens cientistas. O sexto artigo descreve atividades realizadas por estudantes no contexto do programa português de estágios Ciência Viva usando um processo fotográfico designado por “Lumen print” que permite obter fotografias sem câmara. O trabalho insere-se num projeto de catalogação alternativa de espécies orgânicas do Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. O último apresenta uma proposta didática utilizando controvérsia simulada CTS sobre energia nuclear aplicando a codocência e utilizando a teoria da atividade como referencial.

articles by authors from Angola, Austria, Brazil, Portugal and São Tomé and Príncipe are published, two of them under the responsibility of our Guest Editor. In the first contribution, the example of guided hikes in the Austrian UNESCO Biosphere Region Nockberge with the focus on nature experience are presented and the potential for informal learning are discussed. The second contribution reports about an initiative in Austria how science-related knowledge and attitudes in the sense of science capital can be promoted through participatory action research by schools and a nonformal institution.

Regarding the remaining seven papers, all written in Portuguese, the first presents a pedagogical intervention to improve the teaching and learning processes in the 6th grade of a school in the Angolan city of Uíge. The second paper describes an intervention that uses the Hypatiamat platform in teaching practice with to promote understanding and overcome the difficulties observed in students of the 1st Cycle of Basic Education on the meanings of multiplication. The third paper describes the assembly and use of a low-cost microscope to support practical classes in schools, in Cape Verde using materials recovered from landfills, in particular mobile phone lenses. The forth paper describes an educational activity for Physics Education based on the use of capoeira, a Brazilian sport and cultural trait. The fifth paper describes the research work of students on the potential use as acid-base colorimetric indicators of some plant pigment extracts and the communication of their work at a congress of young scientists. The sixth paper describes activities carried out by students in the context of the Portuguese Ciência Viva internship program using a photographic process called “Lumen print” that allows to obtain photographs without a camera. The work is part of an alternative cataloging project of organic species from the Botanical Garden of the UTAD. The last one presents a didactic proposal using simulated CTS controversy about nuclear energy applying codocence and using activity theory as a referential.

Na Secção 3, articulação entre Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, apresenta-se um artigo que resulta de uma mesa redonda ocorrida online entre investigadores e professores portugueses. Este, aborda a geodiversidade urbana como recurso educativo. Da discussão emergiu a necessidade de promover abordagens educativas que façam uso do conceito de geodiversidade, enquanto fio condutor, para que ele possa ser tão útil na Geologia, como o de biodiversidade é para a Biologia. A não perder!

Na Secção 4 é apresentada a recensão de um livro muito interessante: “Becoming scientific: developing science across the Life Course” publicado em 2020. É também apresentada uma sugestão de uso da simulação PhET “Gases: Introdução” onde se mostram algumas das potencialidades que podem ser exploradas pelo professor e pelos alunos para promover a aprendizagem de Química.

Na **Secção 5** deste número dá-se a palavra à atual e à anterior presidente da Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC a propósito da passagem de testemunho feita em dezembro de 2022. É dada, ainda, a palavra a quatro estudantes que estão a fazer a sua formação para futuros professores de Física e Química. Finalmente toma a palavra Fátima Regina que faz uma proposta de alteração dos normativos curriculares português sobre a aprendizagem do conceito de massa no 1.º Ciclo do Ensino Básico.

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

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

J. Bernardino Lopes
Diretor | Editor

In Section 3, articulation between Research and Practice in Science, Mathematics and Technology Education, presents a paper resulting from an online round table between Portuguese researchers and teachers. This paper addresses urban geodiversity as an educational resource. From the discussion emerged the need to promote educational approaches that use geodiversity as a guiding principle, making this concept as useful for Geology as biodiversity is for Biology. Not to be missed!

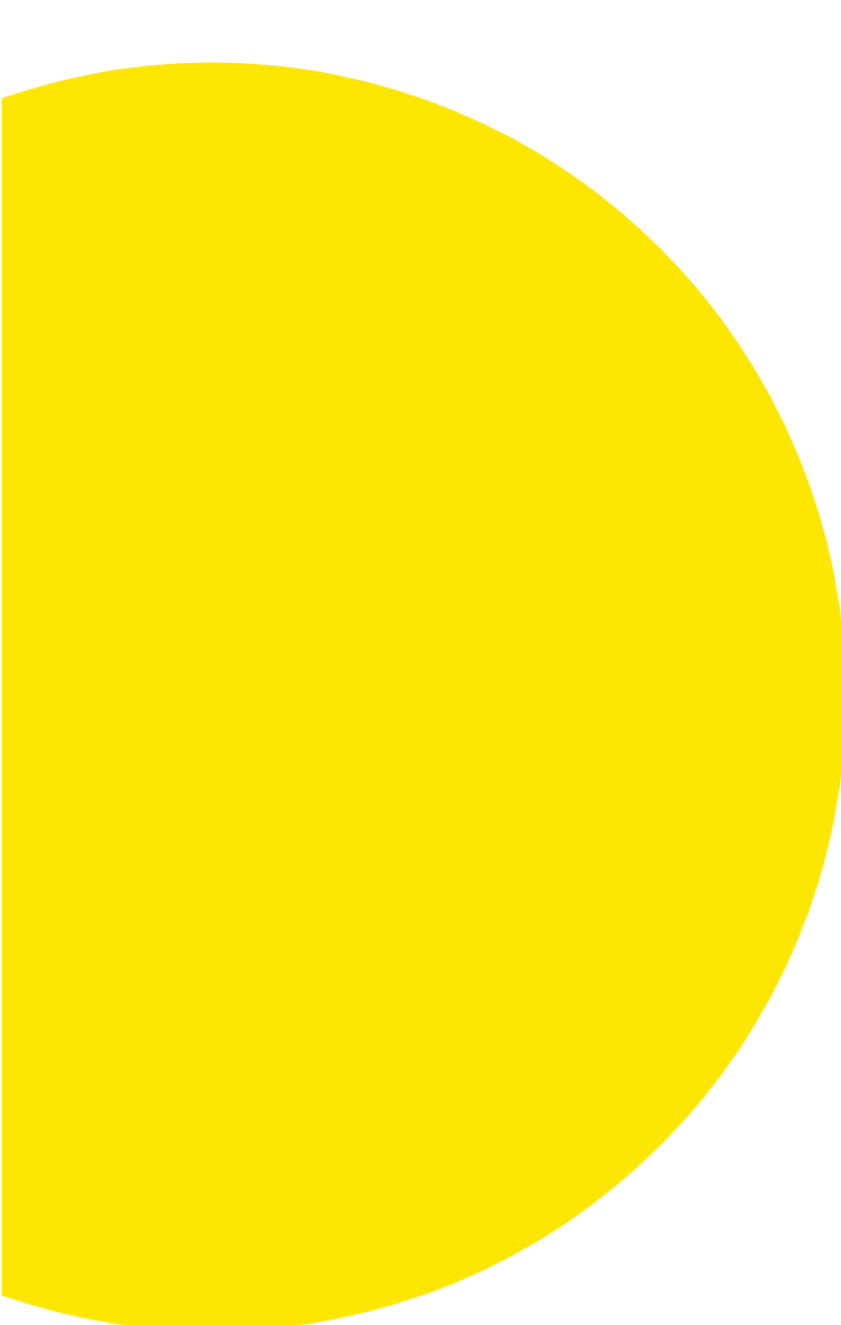
In Section 4 you can find a review of a very interesting book: “Becoming scientific: developing science across the Life Course” published in 2020. It also presents a suggestion for using the PhET simulation “Gases: Introduction” highlighting some of the potentialities that can be explored by the teacher and the students to foster learning about Chemistry.

In Section 5 of this issue, the floor is given to the current and the former president of the Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC regarding the passing of testimony made in December 2022. The floor is also given to students who are doing their training to become future teachers in Physics and Chemistry. Finally, Fátima Regina takes the floor to propose changes in the Portuguese curriculum regulations relative to the learning the concept of mass in the 1st Cycle of Basic Education.

APEduC Journal continues to receive submissions for Sections 1 and 2 and suggestions for Sections 4 and 5. We appreciate the confidence of all stakeholders: authors, reviewers, members of the editorial board and readers. Thank you all.

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

Franz Rauch
Guest 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.

NEW STRATEGIES IN SCIENCE EDUCATION? THE USE OF VIDEO ABSTRACTS IN ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL SCIENCES IN THE CLASSROOM

NOVAS ESTRATÉGIAS NA EDUCAÇÃO? O USO DE VIDEO ABSTRACTS EM ECOLOGIA E CIÊNCIAS
DO AMBIENTE NA SALA DE AULA

¿NUEVAS ESTRATEGIAS EN EDUCACIÓN? EL USO DE VÍDEO RESÚMENES DE ECOLOGÍA Y
CIENCIAS AMBIENTALES EN EL AULA

Miguel Filipe Leite Ferreira¹, João Loureiro¹, António Granado² & Betina Lopes³

¹Centre for Functional Ecology, University of Coimbra, Portugal

²NOVA School of Social Sciences and Humanities, Lisboa, Portugal

³CIDTFF – Research Centre on Didactics and Technology in the Education of Trainers, University of Aveiro, Portugal
miguel.flf@gmail.com

ABSTRACT | The constant changes societies have gone through over time make it necessary to adjust educational methodologies to new contexts. At the same time, the way we communicate science has changed with the advent of new technologies and the COVID-19 pandemic. In this new reality, video emerges as one of the essential tools for science dissemination. Video abstracts gained prominence among the different kinds of videos used for this purpose. As a link to scientific papers, it ensures quality and rigour, but despite its potential, little is known about how educators could integrate these innovative resources into their classes. For this purpose, a reception study using semi-structured interviews with Biology and Geology teachers was designed based on an original video abstract analysis. The results indicate that a video abstract should be short, with different formats and languages, and included in a broader pedagogical strategy. Also, this kind of resource works as a unique link between academia and high school.

KEYWORDS: Online video, Video abstract, Ecology, Science communication, Science education.

RESUMO | As mudanças que a sociedade tem sofrido nos últimos anos tem feito com que seja necessário ajustar as práticas educativas a novos contextos. Simultaneamente, com o advento das novas tecnologias e com o aparecimento da pandemia COVID-19 o modo como comunicamos ciência tornou-se mais complexo. Nesta nova realidade, o vídeo aparece como uma das ferramentas essenciais para disseminar o conteúdo científico. Entre os vários formatos utilizados para este fim, o video abstract tem ganho especial destaque. Como versão audiovisual do artigo científico, assegura a qualidade e o rigor, porém apesar do seu potencial, ainda se desconhece de que forma os professores e educadores podem incorporar este recurso nas suas salas de aula. Para isso foi aplicado um estudo de receção, através de entrevistas a professores de Biologia e Geologia e ex-alunos com base num vídeo abstract original. Os resultados indicam que o video abstract deve ser curto, utilizar diversos formatos e linguagens, sempre incluído numa estratégia global de ensino aprendizagem. Para além disso, estes recursos estabelecem uma ligação única entre a academia e o ensino secundário.

PALAVRAS-CHAVE: Vídeo online, Vídeo abstract, Ecologia, Comunicação de ciência, Educação em ciências.

RESUMEN | Los cambios por los que la sociedad ha pasado durante los últimos años hacen que sea necesario ajustar las prácticas educacionales a nuevos contextos. Simultáneamente, con la llegada de nuevas tecnologías y de la pandemia de la COVID-19, la forma de comunicar ciencia resulta más compleja. En esta nueva realidad, el vídeo aparece como una de las herramientas esenciales para la diseminación de contenidos científicos. Entre los formatos utilizados para este fin, el vídeo resumen viene ganando especial relieve. Como versión audiovisual del artículo científico, garantiza la calidad y el rigor, sin embargo, y pese a su potencial, todavía se desconoce de que forma los profesores y educadores pueden incorporar este recurso en sus clases. Para ello fue aplicado un estudio de recepción, a través de entrevistas a profesores de Biología y Geología y a exalumnos con base en un video resumen original. Los resultados indican que el video resumen debe ser corto, utilizar distintos formatos y lenguajes, siempre incluido en una estrategia global de enseñanza aprendizaje. Además, estos recursos establecen una conexión única entre la academia y la educación secundaria.

PALABRAS CLAVE: Vídeo online, Vídeo resumen, Ecología, Comunicación de ciencia, Educación en ciencias.

1. INTRODUCTION

In the past two years, a more powerful tide caught up with the rise of new technologies and their role in societies. A pandemic burst onto the shore of our lives, abruptly changing how we communicate, work, and live. All activities and sectors were affected, and so was Science, particularly in how it is produced, transmitted, and taught. The widespread confinement of the population meant that many researchers had to leave their laboratories and fieldwork stagnant. With their employees forced to work from home, the primary producers of scientific knowledge, like universities and institutes, had to readjust their goals, strategies, and funding. The same happened with formal teaching, where face-to-face classes evolved overnight into distance learning. This transition triggered profound changes in the day-to-day functioning of schools and their actors, leading to an inevitable increase in the use of technology (Pedro et al., 2021). Many devices associated with non-formal education, such as television and computers, had to be now structural elements of formal education (Dierks et al., 2016). Previously, both types of education were already regarded as necessary and complementary. Actors from both "worlds" agreed on the creation of bridges and further dialogue (Baram-Tsabari & Osborne, 2015) to attract more students to Science and Technology, sustaining a developed society (Fiolhais, 2016). Science and media education are essential components in this lifelong learning continuum, from preschool to active citizenship, which encompasses formal and non-formal education (Espanha & Lapa, 2019; Fiolhais, 2016; Hazelkorn, E.; Ryan, 2015). However, despite previous efforts to converge both systems of education, the COVID-19 pandemic served as a turning point in favour of online education worldwide, and it has implemented profound changes in the foundation of the education systems. A study from The National Education Council (Portugal) states that "the emergency remote learning situation may have triggered more changes in a short period than the discourse on innovation in education over the years" (National Education Council, 2021, p.182).

In Portugal, the Portuguese Government suspended twice (in March 2020 and January 2021) all classroom teaching and training activities at all levels of education. These new rules forced schools to replace presential time - 26 hours per week of face-to-face compulsory instruction - with online teaching and home-schooling, promoted most of the time by teachers and parents (OECD, 2020). Distance learning imposed new practical and theoretical methodologies built on more autonomy for the student, with new digital tools leading the way (National Education Council, 2021). However, not all schools and teachers were prepared for this transition (OECD, 2020). It is therefore important that these technologies are kept after the COVID-19 pandemic, and new training sessions about educational innovation are promoted, looking not only at the digital proficiency of the teachers but also the levels of confidence to use digital tools in their pedagogical, methodological, evaluative and professional practices (Pedro et al., 2021).

Hundreds of learning technologies are available to teachers (Bower & Torrington, 2020), and video is one of them. In the follow-up of previous work (Ferreira et al., 2021), in which we identified and categorized a series of video abstracts in Ecology and Environmental Sciences, we discussed our science video with Biology and Geology teachers. Recurring to a set of interviews, we were driven by the question: How can a video abstract operate as an educational resource in the classroom? So, the main goals of this study are :

- (1) Characterize student's and teachers' behaviours towards science videos;

- (2) Evaluate the potential of a video abstract as a pedagogical tool in the classroom;
- (3) Understand the key factors that, according to teachers, a video abstract should have to work as an educational video.

This work brings new insights into the universe of science videos and proposes new strategies and collaborations to the educational environment. It explores for the first time the features of a video abstract in a classroom context, leading to new possibilities between students and scientists.

2. LITERATURE REVIEW

An online science video is a quick tool that aims to deconstruct scientific topics while maintaining rigour and accuracy (García-Avilés & de Lara, 2018; Morcillo et al., 2016). It can have different producers, purposes and formats and bears a growing mix of genres (Erviti, 2018; Erviti & Stengler, 2016; García-Avilés & de Lara, 2018; Welbourne & Grant, 2016). Researchers have studied the educational value of videos for decades (Kohler & Dietrich, 2021). In a classroom, teachers can use two types of videos: (i) non-narrative videos like scientific videos, technical videos, and documentary videos, presented with the explicit intention of instructing, and (ii) fictional narrative videos, which have pedagogical potential, despite not having been built from scratch for that purpose (Moreira & Nejmeddine, 2015). From a didactic point of view, videos can be used in different ways and work as a source of information, motivation, and form of expression (Moreira & Nejmeddine, 2015).

Recent studies tried to understand what makes a compelling science educational video and establish practical guidelines. Almeida and Almeida (2021) created and evaluated natural science videos with teenagers and teachers. The authors concluded that teenagers appreciate, among others, these dimensions: the use of an onscreen host, a relaxed style of speech, the use of plain and straightforward language, short-length videos, the integration of different kinds of animations, the use of fast-paced editing and the integration of music or sounds effects (Almeida & Almeida, 2021). A large-scale study that applied a questionnaire to 5,000 participants of all ages also established a catalogue of 17 rules for a successful video. The authors emphasized that it is crucial to integrate experts on the video, specify sources, and use real-life footage or animations instead of showing only the presenter (Beautemps & Bresges, 2021). Style, format, and quality are essential parameters in an educational video (Castillo et al., 2021). Beyond successful educational videos, another kind of science video presents itself as a potential didactic resource: the video abstract. This film version of the written abstract of a scientific paper features the framework, the methods, the results, and the conclusions of the study (Berkowitz, 2013; Spicer, 2017). The creators of these videos can be the researchers, the science communication units, the communication offices or specialized companies. These producers have at their disposal a vast group of tools (e.g. images, videos, animations, graphics, and music) that can be used in flexible and inventive ways (Plank et al., 2017). The video abstract shares some characteristics with other science videos as it simplifies scientific processes, expands the research scope and encourages scientific discourse. They can be more successful than written and graphical abstracts in understanding scientific topics (Bredbenner & Simon, 2019). Also, they can expand narratives to new audiences, platforms, and networks (Romina Kippes, 2021). However, it is a unique tool because, as an academic peer-reviewed video, it ensures scientific rigour. In a world where

misinformation and pseudoscience are real threats (Allgaier, 2019; Fontes, 2021; Rosenthal, 2020), a resource like a video abstract can provide students, parents, and educators with actual scientific knowledge. Despite its positive input in disseminating scientific papers among its peers and the general public (Plank et al., 2017; Zong et al., 2019), no work has assessed its potential in science communication beyond academia.

3. METHODOLOGY

We structured our research into two stages. The first stage included the pre-production, production, post-production, and dissemination of a video abstract. The second stage involved semi-structured interviews with six teachers and alums students of the *Master in Biology and Geology Teaching in the 3rd Cycle of Basic and Secondary Education* at a public University in Portugal to understand the possible uses of a video abstract in the classroom.

3.1 Video abstract production

We developed the video over five months. The first step was to choose a paper that had not been published then. So, we started to exchange ideas with different research groups and laboratories. The research from FLOWer Lab (Castro et al., 2021), a research group at the Centre for Functional Ecology (CFE) of the University of Coimbra focused on plant-pollinator interactions, met our goals. The team converted the written abstract into a movie script in the pre-production stage. During some meetings, the researchers and the authors of this paper produced several screenplay versions. This writing used the six-question formula (Chan, 2019) to translate the paper's structure better. Working as a team, we tried to answer the six questions from the researcher's perspective. The answers worked as the text used in the narration. We structured the information in a grid with questions, predicted length, text, key concepts, and shots needed. Once we fulfilled the criteria set out in the grid, we had our narration and footage to produce our movie.

Several moments of recording constituted our production work: (i) voice-over (narration) recording; (ii) two filming sessions, one in the kiwi orchard and the other in the laboratory; (iii) filming the kiwi orchard at two different periods in the year, one with the kiwi tree flowering and the other some months later with the kiwi tree in the fruiting season; and (iv) recording in the laboratory to replicate some moments of the methodology used in the research. There was a series of constraints on what we could film in this process. So we searched online stock video sites to complement the fieldwork footage. Also, we produce small animations to illustrate some concepts about pollination and kiwi orchards distribution.

With all the footage, narration, and music selected, we edited our video. This process led to several interactions with the team about the aspects that could be improved. Entitled "Pollination deficit in kiwifruit", a final version of the video was uploaded to the CFE YouTube channel (Ferreira, 2021) and on the webpage of Plants journal. We also promoted the video on social networks (Instagram, Facebook, Twitter) and personal and institutional profiles.

3.2 Interviews with Biology and Geology teachers

Our main goal was to talk with current students and alums students from the *Master in Biology and Geology Teaching in the 3rd Cycle of Basic and Secondary Education* from the University of Coimbra, where our research centre is hosted. Also, several researchers from our R&D unit coordinated and taught the course. The physical and scientific proximity to these professionals makes them the perfect subjects for our purposive sample (Palys, 2008). We obtained a list of thirty names and invited them via email to participate in the study. We made three different rounds of contact. Six ex-students expressed their interest and availability for the interview (Table 1). To fulfil all the ethical requirements, we produced a Consent Form approved by the host institution. This document provides all the participation information, the research details, the implications of being part of the study, the guarantees of confidentiality and anonymity, and all the specifics about posterior procedures with the collected data. Previously to the interviews, all six respondents received the document, accepted the terms and signed the Consent Form.

Table 1 - Interviewee profile and occupation

	Age	Year of graduation	Occupation	Education
Interviewee 1	28	2019	Teacher in a private school	Basic and Secondary
Interviewee 2	31	2014	Teacher in a private school	Secondary
Interviewee 3	39	2014	Research fellow	-
Interviewee 4	26	2019	Teacher in a public school	Basic
Interviewee 5	27	2017	Research fellow	-
Interviewee 6	27	2019	Teacher in a private school	Basic

We conducted the interviews by Zoom between September and October of 2021. During the interview, we asked twenty-five questions. After the ten initial questions, a pause was made to show the video abstract. Concluded the screening, we returned to the dialogue focusing the questions on the video and its possibilities as an educational tool.

We recorded and transcribed the interviews and subsequently completed a content analysis (Coutinho, 2018) using MAXQDA software. The responses were organized into different categories according to the theoretical referential, the interview structure, and other relevant information: (i) interviewee's motivations and current roles; (ii) course evaluation; (iii) behaviour with science videos; (iv) science videos in the classroom; (v) video abstract evaluation and (vi) video abstract as an education tool.

4. RESULTS

We have organized the responses and categories into two dimensions of analysis. First, we presented science videos, their applicability, their potential in the classroom, and the student perspective and receptivity. Secondly, we deconstruct the feedback about the film, discussing the video abstract as a potential pedagogical tool for the future.

4.1 Science videos inside and outside the classroom

Some initial questions allowed us to understand our interviewees' backgrounds and motivations. All described the choice to attend the Master in Biology and Geology Teacher Training as a transformative process over the high school and University years. Some of the main reasons for their choice went back to their youth: it was a child's dream, or in other cases, the passion grew by the influence of other teachers in their adolescence. They highlighted the importance of having role models that inspired them to embark on the educational journey and have a part in the world as educators. Also, the ability to communicate and interact with others and the joy from partaking in the communication processes were crucial factors. In this big communication circle, some teachers highlighted the passion for educating the younger generations and the welfare provided by contact with the younger ones.

The course challenged them to do several presentations, debate with the class, and discover different pedagogical strategies and questions. The training also allowed them to think and explore several resources, such as texts, pedagogical activities, PowerPoint presentations, interactive games, and videos. The need to be scientifically sound in all the pedagogical contents was another achieved skill. An educational professional must be aware of the whole domain and be up to date about the school's subjects. They also said that it is crucial to constantly explore oneself and self-reflect on the right and wrong actions.

All the respondents usually search and watch science videos. What differs is the motivation. Half of them watch science videos on a personal level. Full-length documentaries or popular science videos from channels like *Veritasium* or *Smarter Every Day* allow them to think differently and deepen their knowledge about a scientific topic. Although the interviewed teachers separate personal and professional viewing of science videos, they admit that the two worlds overlap. Sometimes, they come in touch with helpful videos for a current topic or a future approach. The other half acknowledge that they only watch science videos for professional purposes. They search on video channels with the only goal of finding audio-visual content to use in the classroom. Among the examples shown to the students, they pointed *TedEducation* and *TedTalks* videos and animations to explain a concept or a complex process (e.g., enzymatic protein Rubisco photosynthesis or convection currents in the Earth). Videos about the History of Science (e.g., cellular theory), medium-length documentaries, videos from Virtual School (a resources platform created by a Portuguese publisher), and news videos to establish a connection between the educational contents and the current times (e.g., the volcano in La Palma Island to teach volcanism), were also mentioned. Regardless of the strategies and categories, all the teachers agreed on two points. The first one is not to show only videos in a lesson; being essential to merge them with other tools; as a spark to discuss or recap the topics presented, the video is always complemented with additional resources.

So, I usually use videos to introduce a particular topic because videos give us the freedom to generate a discussion period. They are stimulating at the auditory and visual levels. It ends up catching attention right at the beginning of the topics. It is the starting point for a discussion in the classroom and, from there, a beginning to include more theoretical content. (Interviewee 5)

If I only showed them videos, they would at some point say, "oh no, another video!". There is always a balance. Sometimes it is drawings; sometimes, it is videos; sometimes, it is schematics. And sometimes it is news. (Interviewee 4)

The second common point is that the video has to be short. Usually, the interviewees avoided showing full-length documentaries because it takes up the class's total time and does not allow for later discussion and comprehension. Also, if the video is too long, the students may lose the motivation to see it. Teachers pointed out that an ideal length is between 3 and 7 minutes, always depending on how the content is presented.

I never like to post very long videos, i.e. a ten-minute video in a class is overkill in terms of length. Five is a bit. Even though it is a video, that surprise/novelty effect is lost. Three minutes is the ideal time, but it also depends. It can be a five minutes video or even a little longer. Still, maybe I will explore it in another way. I will go ahead, ask questions, go a bit further, and ask questions, so there are not eight minutes at a time of video-only exposure. (Interviewee 2)

These two factors impact students' interests. The student's receptivity is good when the teacher keeps the diversity, showing short videos between other class materials.

But in general, they like it. It is a break, and if they have not understood some things I have said, they will understand it with the video. Or if they are students with special needs, I think the videos have more impact on them. (Interviewee 6)

Furthermore, we were interested in understanding if the students consumed science videos outside the school environment, i.e., in their homes, with their family and friends. There was no clear feedback on this. Some teachers said that it depended on the family's education and environment. Others pointed to the explanation videos to study a specific topic. Nevertheless, there was a consensus that they only saw the YouTube videos suggested by the teacher. Some students followed the teacher's recommendations of sites and channels and gave feedback in class. To the teachers, this is a positive response because most of the students cannot distinguish a rigorous science video from a non-rigorous one. So, the teacher also took an active role in choosing and showing accurate science videos.

It depends on the student. Some students are motivated toward Science; they end up looking for these videos and even signalling these errors. Others do not have this motivation. Therefore, by seeing the videos, they will take everything for granted. (Interviewee 5)

I would say that some videos are not very accurate. I do not know if there are many or few. [...] sometimes, it also depends on what we want because something without rigour can be helpful. I have already picked up countless news items to discuss the scientific error within that information. Now it is dangerous if you are going to explore alone. And then I do not know. It depends on the age. Maybe students at the end of secondary school already have a little bit of this ability. Those in the second and third cycles will not have it. Most will not be able to perceive or critically analyze if that video seems scientifically correct. (Interviewee 6)

They see the videos in front of them; they do not look much more. I am more concerned that they are able to identify the Science in the daily information that shows up to them. (Interviewee 4)

In summary, there is a global acceptance of short videos integrated into different formats. The variety of strategies seems to be the key.

4.2 From academia to the classroom

After watching the video, we confronted each teacher with a group of specific questions. Our goal was to have their feedback on some video features, to understand how they would improve the video and use it in the classroom. One of the critical factors explored in the previous questions was the length of the science video. There is a consensus that this specific running time (of five minutes and twenty seconds) is within the upper limit. However, the difficulty of summarising so many aspects of the research in such a short time is recognized. Some teachers mentioned the need to have gap moments and replay the video several times to explore it with their students. It was pointed out its complexity and the need to analyze some of the presented topics. The eighth-grade curricula, specifically “Sustainability” and “Ecosystems” (*Aprendizagens Essenciais - 2.º e 3.º Ciclos Do Ensino Básico | Ciências Naturais*, 2018), seemed to be the perfect fit for this presentation.

We could use this video in a classroom because it has an ideal length for attracting students' attention. There is the topic of dioecious species; they have difficulty understanding what is monoecious and dioecious, so it was spectacular to introduce this topic in this exciting way. [...] Therefore, I would use it over several academic years and in different ways. (Interviewee 5)

If this were a video I presented in the classroom, I would pause it. But it would not be a video to introduce to younger ages either [...] it is a video for a slightly more advanced target audience. It would make sense to follow up with a worksheet and ask questions. This specific video could also include the question of science on the making and what is an expected job in the laboratory [...]. The application of this video would be very versatile. (Interviewee 2)

The versatility pointed out in the previous testimony led us to another characteristic of our video: the presence onscreen of the leading researchers. According to our interviewees, the students need to see the researchers explaining their work to give them the idea that they are all normal people. To have a sense of proximity and look at the researcher as ordinary persons who think about Science the same way they are stimulated to think. The idea that they could be the ones in that laboratory creates a bond, complemented by face-to-face visits of the researcher to the classroom. Sometimes, these researchers are friends of the teacher from their University days.

I think it is good. I think the video with real people working, people who work on the project, is good. If only to remind you that someone does this work [...] real people with faces and hair, beautiful, ugly, fat and thin, ordinary people like everyone else. Science is done by people. (Interviewee 4)

A researcher is an ordinary person who thinks about Science in the same way that students are encouraged to think. It makes perfect sense. (Interviewee 2)

The onscreen presence of researchers leads us to discuss the students' misconceptions about scientists. Most respondents state that students still have that disconnected image of a scientist associated with popular culture references (e.g. science fiction movies, CSI series). Students still associate the idea of someone older, with a white coat and funny hair, in the laboratory. Their world is still far from day-to-day life in science research centres and institutions. Students do not know how and by whom Science is produced. So, the teacher has the essential role of deconstructing these concepts to show them that researchers are ordinary people like them and that a science career is a possibility for their future. That Science is accessible and universal.

There is the idea that Science is not for everyone. And the goal is to be for everyone [...], so we are not all going to work for the same, nor do the same thing, but there is room for everyone. That is my opinion, and the students still think it is not for everyone. (Interviewee 5)

One of the paper's authors was also the narrator of the film. We discussed this choice, asking how it works as an alternative to the professional narration. There is an agreement that this choice offers a sense of proximity besides spotting the difference between an amateur and a professional narration (e.g., accent). The language chosen by the narrator was also a point of debate. As one of our goals is to disseminate the scientific paper among peers, we use English as our primary language. So it was essential to understand if this is suitable in a scholarly context or if, on the contrary, we should have chosen to speak in Portuguese with English subtitles. On the one hand, it can be important to show these contents in English to older students (Secondary level) because it is a way to improve their skills in this language and understand that this is the most worldwide spoken language in Science. On the other hand, if our target is a younger group or students with special needs, a video in Portuguese is always a better choice.

Looking at the chosen formats, we can say that this video is a grand mixture: it has a documentary style intercalated with animations and interviews. Most of the teachers agreed that combining these elements is the best choice. However, they see animation as the most appealing format, especially for the younger generations. Also, animations and graphics are a better way to explain the concepts.

To wrap up the video features, we asked what they would change in the film. The main suggestion was to add some animations, titles, numbers, or schematics to some moments, specifically those with complex ideas. Adding more visual elements to represent what was said could help students assimilate the video's message better.

To close the circle, we asked if a video abstract could be a way to create communication paths between Secondary Schools and Universities.

It is a missing link. [...] I remember from my student years something that was missing. The professors at the University complain a lot about this. The kids are poorly prepared in manipulation, practice, scientific reasoning, etc. [...] However, I think videos like this can bridge the gap very smoothly, and I think they are suitable for kids. (Interviewee 2)

Yes, I think so. I guess it turns out to be an informal way of bringing people into what they believe is very formal. Therefore, I think it simplifies the question of Science and reaches

the younger public who do not yet have the necessary maturity to read, for example, a scientific article. (Interviewee 5)

Suppose I was teaching in the 11th grade. In that case, I could discuss the nature of scientific knowledge and the scientific method [...] in the different steps needed to develop new scientific knowledge. And that, in this video, is also very well explained. (Interviewee 4)

As shown in the last testimonies, the general feedback is that the video abstract can be a new and more effective way of connecting high school students to academia. It can be a gateway to scientific research and scientific careers. However, how can we create these bonds between the different intervenients? The first suggestion from the interviewees would be to promote regular workshops and training sessions to equip the teachers with digital tools and digital literacy and deepen their knowledge of specific topics. In this case, our communication office could schedule annual workshops about pollination, ecological networks, and other topics presented in the school guides. As science communicators, we would act as an intermediate between the school and the University. These videos can be shown during that training sessions and promoted as a helpful tool.

The other idea is to work closely with scholar publishers. If a video abstract could be present in a digital school manual, it would easily be known by the scholar community. Sharing these videos and establishing a partnership with the publishers enable us to reach a more significant number of teachers. Also, governmental platforms like Virtual School are excellent places to present video abstracts. In conclusion, the first step would be to develop agreements with existing organizations instead of creating a new site for these contents.

We do not have time, however much we want, to do things from scratch. Therefore [...] the publishers save our lives many times in many circumstances when they provide us with ready-to-use material. I am sure that if they give these materials through training, these resources as teaching resources, the teachers will use them. (Interviewee 6)

5. DISCUSSION

With this set of dialogues, it was unanimous that this pandemic impacted most of the work in the classroom, especially in a curricular unit such as Biology and Geology, with an enormous practical component. The teachers found it more challenging to scientifically present the topics if they were not interacting directly with the students, seeing their faces and perceiving their feedback. The computer screen appeared as a communication barrier to the classroom reality and other processes with other education actors (e.g., meetings with peers and parents). Despite being widely recognized that one cannot replace face-to-face learning, such an agitated period also resulted in new opportunities and partnerships. Looking at that positive perspective and focusing on the future of video abstracts, four key ideas emerged:

- (i) Science videos should be part of a broader educational strategy in the classroom. The use of different approaches and other resources in the classroom, like images or texts, should be encouraged. When the teacher presents a variety of content throughout the class, the student's receptivity increases; therefore, as a

pedagogical resource, the video should always be aligned with educational goals and curricula and integrated into a plan (Moreira & Nejmeddine, 2015). Also, the journey to produce a video abstract can be explored as a learning process. With the six-question formula (Table 2), the students could deconstruct and rethink scientific topics, putting themselves in the shoes of filmmakers and researchers.

Table 2 - Six-questions formula (adapted from Chan, 2019)

Question	Time (seconds)	Text	Key Concepts	Shots
What is the problem?				
Why is it a problem?				
What are you doing to solve the problem?				
What have you found out?				
What is the impact of the research?				
What is the next step in the research?				

- (ii) A video abstract should be short, with different styles and languages. The length of the video is significant in a class context. Shorter videos are preferred when compared to longer ones. Previous work settled that online science videos should be brief (García-Avilés & de Lara, 2018; Slemmons et al., 2018). However, all of our respondents agreed that a five-minute video presentation has the potential to explore different approaches. One idea from this study was adding title segments to the video to ease its didactic application. Adding titles with the six questions or main topics can help to structure the lesson and improve students' attention. The use of a format with various styles is a winning choice for this kind of content, but animation and schemes were also referred to as preferable formats and should be used the most possible. Visual representation is always an advantage (Brennan, 2021) if the video comprises several different and complex concepts. For the last and broader use of the video (between all years and ages), two versions should be prepared: one in English with Portuguese subtitles (for the older students at Secondary levels) and a Portuguese version with English subtitles (for the younger students). This ambivalence ensures video comprehension, independent of the student's age and language skills.
- (iii) Like other science videos with the presence of researchers (Chen & Cowie, 2014; Krebs et al., 2020; Wyss, 2013), video abstracts align with science education goals as it inspires children and teenagers to pursue scientific careers (Hazelkorn, E.; Ryan, 2015). Although the student's age and background may influence it, the teachers from our sample agree that most students have a conceptualization of what a researcher does and looks like that is still far from reality. This kind of video allows the teacher to deconstruct these preconceptions, showing their students

that researchers are ordinary people and that Science is reachable. So, it is essential to give a pivotal role to the researcher in the video, either through narration or interviews.

- (iv) Video abstracts can work as a link between academia and high school. Projects and collaborations between primary/secondary schools and universities are decisive in approaching students to sciences (Fiolhais, 2016). The teachers presented two different calls to action to disseminate this content better. Firstly, they pointed out the publishers as essential vehicles to achieve this goal. Future strategies can englobe partnerships between the science centres or universities and the school publishers to include this content in their books and online platforms. It is a win-win situation as the teacher has a set of rigorous scientific videos available for use in class, and the researchers/institutions see their work disseminated among the youngsters. The second piece of advice was to create training sessions about these scientific areas and these scientific tools. As science communicators and researchers, we suggest that these training sessions should be planned as part of a global plan. The research centres, the universities, the science journals and other actors should work in unison with a concerted strategy to promote this type of content.

6. CONCLUSIONS

This paper presents the first known interaction between video abstract production and primary and secondary teaching. One of the things we felt when conducting the interviews was that this kind of dialogue was critical. These works should always be accessible to teachers since they are the source of new ideas and educational inputs. As frontline agents, they can be valuable partners in producing scientific content. From their point of view, a video abstract like this one has the potential to be used alongside other resources. A short video using different formats, showing the actual researchers and offering different language options seems to be the best formula for connecting students to academic research.

This work is another step towards a more comprehensive and collaborative science communication. For the future, it is necessary to take advantage of these new channels, moving forward with training, dissemination strategies, and evaluation moments, transforming video abstracts into an increasingly transversal resource.

7. IMPLICATIONS

Our paper introduces video abstracts to a new audience: the teachers. As an educational and national publication, readers from around the country will be presented with this new scientific tool and its potential. Teachers will be able to spread the word among their colleagues and explore video abstracts already published online, not only in Ecology and Environmental Sciences and Portuguese institutions but in other fields of science and worldwide. With this positive feedback from our sample, teachers could use this resource in their classes and reach the

students and their families. Children, parents and educators could explore scientific and media literacies using video abstracts as a new guided route.

Furthermore, it represents an opportunity for the universities and institutes to tighten their bonds with schools, promoting their research and interest in Science. Beyond talks, science fairs and school visits, this paper has shown that video abstracts are an accessible and practical way to communicate and explore science. As a hybrid tool, it can be explored in different contexts, exploring the dynamics of media participation and collaboration among students. This line of work could also unlock investment in communication offices and other institutions devoted to science communication.

Lastly, with a concrete example of the production and reception of a video abstract, we contribute to those interested in creating this kind of content. Journalists, science communicators, researchers and teachers have here some valuable lessons and tips on best practices for producing a science video with educational goals.

REFERENCES

- Allgaier, J. (2019). Science and Environmental Communication on YouTube: Strategically Distorted Communications in Online Videos on Climate Change and Climate Engineering. *Frontiers in Communication*, 4(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2019.00036>
- Almeida, C., & Almeida, P. (2021). From the Living Room to the Classroom and Back – Production Guidelines for Science Videos. In *Applications and Usability of Interactive TV* (pp. 77–88).
- Aprendizagens Essenciais - 2.º e 3.º Ciclos do Ensino Básico | Ciências Naturais* (Issue 3). (2018).
- Baram-Tsabari, A., & Osborne, J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 135–144. <https://doi.org/10.1002/tea.21202>
- Beautemps, J., & Bresges, A. (2021). What Comprises a Successful Educational Science YouTube Video? A Five-Thousand User Survey on Viewing Behaviors and Self-Perceived Importance of Various Variables Controlled by Content Creators. *Frontiers in Communication*, 5(April), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.600595>
- Berkowitz, J. (2013). *Video abstracts, the latest trend in scientific publishing*. <https://www.universityaffairs.ca/features/feature-article/video-abstracts-the-latest-trend-in-scientific-publishing/>
- Bredbenner, K., & Simon, S. M. (2019). Video abstracts and plain language summaries are more effective than graphical abstracts and published abstracts. *PLoS ONE*, 14(11), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224697>
- Brennan, E. B. (2021). Why Should Scientists be on YouTube? It's all about Bamboo, Oil and Ice Cream. *Frontiers in Communication*, 6(April), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.586297>
- Castillo, S., Calvitti, K., Shoup, J., Rice, M., Lubbock, H., & Oliver, K. H. (2021). Production processes for creating educational videos. *CBE Life Sciences Education*, 20(2), 1–12. <https://doi.org/10.1187/cbe.20-06-0120>
- Castro, H., Siopa, C., Casais, V., Castro, M., Loureiro, J., Gaspar, H., Dias, M. C., & Castro, S. (2021). Spatiotemporal variation in pollination deficits in an insect-pollinated dioecious crop. *Plants*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/plants10071273>
- Chan, G. (2019). *Low Cost Film Making*. <https://www.scienceretreats.com/filmmakingcourse>
- Chen, J., & Cowie, B. (2014). Scientists Talking To Students Through Videos. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 445–465. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9415-y>
- Coutinho, C. P. (2018). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática* (2ª Edição). Almedina.

- Dierks, P. O., Höffler, T. N., Blankenburg, J. S., Peters, H., & Parchmann, I. (2016). Interest in science: a RIASEC-based analysis of students' interests. *International Journal of Science Education*, 38(2), 238–258. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1138337>
- Espanha, R., & Lapa, T. (2019). *Literacia dos Novos Media* (R. Espanha & T. Lapa (Eds.)). Mundos Sociais.
- Ferreira, M. (2021). *Pollination deficit in kiwifruit*. https://youtu.be/6LcGI_Eu7Ro
- Ferreira, M., Lopes, B., Granado, A., Freitas, H., & Loureiro, J. (2021). Audio-Visual Tools in Science Communication: The Video Abstract in Ecology and Environmental Sciences. *Frontiers in Communication*, 6. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.596248>
- Fiolhais, C. (2016). *A ciência em Portugal*. Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Fontes, D. T. M. (2021). Uma comparação das visualizações e inscrições em canais brasileiros de divulgação científica e de pseudociência no YouTube. *JCOM América Latina*, 04(01), 1–22.
- García-Avilés, J. A., & de Lara, A. (2018). An Overview of Science Online Video. In B. Léon & M. Bourk (Eds.), *Communicating Science and Technology Through Online Video* (pp. 15–26).
- Hazelkorn, E.; Ryan, C. (Directorate-G. for R. and I. S. with and for S. (2015). *SCIENCE EDUCATION for Responsible Citizenship*.
- Kohler, S., & Dietrich, T. C. (2021). Potentials and Limitations of Educational Videos on YouTube for Science Communication. *Frontiers in Communication*, 6(May), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.581302>
- Krebs, C. L., Loizzo, J. L., Stone, W. A., & Telg, R. W. (2020). Scientist Online: Entomologists' Experiences Engaging With School Audiences Through Skype in the Classroom. *Frontiers in Communication*, 5(September), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.576593>
- Moreira, J. A., & Nejmeddine, F. (2015). *O vídeo como dispositivo pedagógico e possibilidades de utilização didática em ambientes de aprendizagem flexíveis*. Whitebooks.
- National Education Council. (2021). *EDUCAÇÃO EM TEMPO DE PANDEMIA |Problemas, respostas e desafios das escolas*. https://www.cnedu.pt/content/iniciativas/estudos/Educacao_em_tempo_de_Pandemia.pdf
- OECD. (2020). *School education during covid -19: were teachers and students ready? – Portugal - Country Note*.
- Palys, T. (2008). Purposive sampling. In L. M. Given (Ed.), *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods* (Vol. 2).
- Pedro, A., Piedade, J., & Dorotea, N. (2021). Confiança dos docentes na utilização do digital na transição para o Ensino a Distância. *Psychological Review*, 84(2), 191–215.
- Plank, M., Molnár, A. D., & Marín-Arraiza, P. (2017). Extending Media Literacy Education: The Popular Science Video Workshop. *IFLA WLIC 2017 – Wrocław, Poland – Libraries. Solidarity. Society*.
- Romina Kippes. (2021). El videoartículo como recurso narrativo clave para la comunicación de la ciencia en los nuevos entornos digitales. *JCOM América Latina*, 04(01), 6.
- Rosenthal, S. (2020). Media Literacy, Scientific Literacy, and Science Videos on the Internet. *Frontiers in Communication*, 5(September), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.581585>
- Slemmons, K., Anyanwu, K., Hames, J., Grabski, D., Mlsna, J., Simkins, E., & Cook, P. (2018). The Impact of Video Length on Learning in a Middle-Level Flipped Science Setting: Implications for Diversity Inclusion. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 469–479. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9736-2>
- Spicer, S. (2017). The nuts and bolts of evaluating science communication activities. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 70, 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.08.026>
- Wyss, V. L. (2013). Developing Videos to Better Inform Middle School Students About STEM Career Options. *TechTrends*, 57(2), 54–62. <https://doi.org/10.1007/s11528-013-0646-0>
- Zong, Q., Xie, Y., Tuo, R., Huang, J., & Yang, Y. (2019). The impact of video abstract on citation counts: evidence from a retrospective cohort study of New Journal of Physics. *Scientometrics*, 119(3), 1715–1727. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03108-w>

**A HISTÓRIA EM QUADRINHO “DAGWOOD CONSEGUE CINDIR O ÁTOMO” (1950):
UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA E CULTURAL**

THE COMIC BOOK “DAGWOOD SPLITS THE ATOM” (1950): A HISTORICAL AND CULTURAL
PERSPECTIVE

EL CÓMIC “DAGWOOD PUEDE DIVIDIR EL ÁTOMO” (1950): UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y
CULTURAL

Vinicius Jacques¹ & Henrique César da Silva²

¹Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) / Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e
Tecnológica (PPGECT), Brasil

²Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) / Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e
Tecnológica (PPGECT), Brasil
vinicius.jacques@ifsc.edu.br

RESUMO | Este trabalho apresenta uma análise histórica e cultural da produção do quadrinho *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950), que busca explicar a estrutura atômica e como criar uma reação nuclear em cadeia. Esta é possivelmente a primeira história em quadrinho completa publicada no Brasil com viés científico. Para sustentar a análise, articulamos a perspectiva da História Cultural da Ciência (HCC) à noção de textualização. A análise evidenciou alguns elementos da produção desse quadrinho: foi sugerida por Leslie Groves, líder militar do *Projeto Manhattan*; produzida por especialistas das ciências e dos quadrinhos para uma grande exposição de energia atômica; participação de agências, como a *Atomic Energy Commission*. Trata-se de uma prática de popularização da energia nuclear, enquanto textualização em ciências e tecnologias; uma prática não neutra, e, portanto, seu produto, um objeto não transparente – elementos que podem contribuir para mediações escolares na educação em ciências na perspectiva da HCC.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Nuclear, Histórias em Quadrinhos, História Cultural da Ciência, Textualização, Educação em Ciências.

ABSTRACT | This work presents a historical and cultural analysis of the production of the comic *Dagwood Splits the Atom* (1950), which seeks to explain the atomic structure and how to create a chain reaction. This is possibly the first complete comic published in Brazil with a scientific bias. To support the analysis, we articulate the perspective of the Cultural History of Science (CHS) to the notion of textualization. The analysis showed some elements of the production of this comic: it was suggested by Groves, military leader of the *Manhattan Project*; produced by experts in science and comics for a major exhibition on atomic energy; participation of agencies such as the *Atomic Energy Commission*. It is a practice of popularizing nuclear energy, while textualizing it in science and technology; a non-neutral practice, and, therefore, its product, a non-transparent object – elements that can contribute to school mediations in science education from the CHS perspective.

KEYWORDS: Nuclear Energy, Comics, Cultural History of Science, Textualization, Science Education.

RESUMEN | Este trabajo presenta un análisis histórico y cultural de la producción del cómic *Dagwood logra dividir el átomo* (1950), que busca explicar la estructura atómica y cómo se genera una reacción en cadena. Este es posiblemente el primer cómic completo publicado en Brasil con sesgo científico. Para apoyar el análisis, articulamos la perspectiva de la Historia Cultural de la Ciencia (HCC) a la noción de textualización. El análisis mostró elementos de la producción de este cómic: fue sugerido por Groves, líder militar del *Proyecto Manhattan*; producido por expertos en ciencia y cómics para una exposición sobre energía atómica; participación de organismos como la *Comisión de Energía Atómica*. Es una práctica de popularizar la energía nuclear, textualizándola en ciencia y tecnología; una práctica no neutra y, por lo tanto, su producto, un objeto no transparente, elementos que pueden contribuir a las mediaciones escolares en la educación científica desde la perspectiva de HCC.

PALABRAS CLAVE: Energía Nuclear, Cómic, Historia Cultural de la Ciencia, Textualización, Enseñanza de las Ciencias.

1. INTRODUÇÃO

O ser humano conta histórias por meio de imagens há muito tempo, mas foi o surgimento das técnicas da reprodução gráfica que contribuiu para que a união entre imagem e texto verbal chegasse à imprensa moderna e desse início à comunicação de massa. Com isso, inicialmente as tiras de humor dos jornais norte-americanos conquistaram os leitores, e posteriormente, pela ação e aventura, extrapolaram os limites dos jornais impressos e passaram a circular em outros suportes, como as revistas em quadrinhos, e intensamente em vários países, como o Brasil.

A partir da aparição de *Superman* na *Action Comics* (1938) e com a entrada dos Estados Unidos (EUA) na Segunda Guerra Mundial houve uma avalanche de histórias em quadrinhos (HQs). A circulação das HQs e os seus números de tiragens e vendas nesta época foram surpreendentes. No entanto, muitas HQs neste contexto atuaram como instrumentos de propaganda do governo norte-americano e se transformaram em instrumentos ideológicos (Luyten, 1987).

Com o pós-guerra aconteceu o ápice do preconceito e perseguição que os quadrinhos sofreram, com seu auge na década de 1950, sob os supostos efeitos provocados nos seus leitores, como a propaganda política e ideológica. No Brasil também existiram os opositores das HQs, para muitos deles as HQs impunham uma cultura norte-americana (Gonçalo Junior, 2004).

Como uma das estratégias frente ao contexto instaurado de preconceito e perseguição, muitas editoras passaram a ter publicações com intencionalidade educativa nas HQs. A década de 1950 foi marcada também pela Guerra Fria e o temor associado à energia nuclear após as bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki.

No universo dos quadrinhos, uma HQ da década de 1950, denominada *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950), foi publicada no Brasil pela revista *Ciência Popular* (1948-1960), que não era uma revista de quadrinhos, mas que passou a incorporá-los “especificamente para transmitir informações científicas” (Silva, 2009, p. 64). A revista *Ciência Popular* foi concebida pelo engenheiro militar do exército Ary Maurell Lobo e tinha um projeto de “educação e divulgação científica direcionado a estudantes, profissionais e demais interessados em adquirir uma ampla formação” (Silva, 2009, p. 10). Uma revista vendida em bancas e por assinatura, com distribuição abrangendo todo o território nacional e com alta tiragem (35 mil exemplares) (Silva, 2009).

A HQ *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950) foi o primeiro quadrinho publicado na revista *Ciência Popular* (Silva, 2009). No Brasil, antes dessa HQ, as noções de ciências e tecnologias (C&T) já circulavam nos quadrinhos de ficção científica, extrapolando os limites da tecnologia da época e antecipando inúmeros aparatos tecnológicos. No entanto, acreditamos que *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950) foi provavelmente a primeira história completa que utiliza a linguagem dos quadrinhos publicada no Brasil e que comunica noções de C&T com intencionalidade educativa (Jacques & Silva, 2021).

Trata-se, portanto, de uma HQ de popularização da energia nuclear que foi produzida e circulou nestes contextos de perseguição dos quadrinhos, da forte dependência e apropriação das publicações norte-americanas, do temor da energia nuclear e dos interesses brasileiros pela tecnologia nuclear.

Os artefatos culturais HQs são textos presentes na diversidade de textos e linguagens que habitam diferentes práticas da educação em ciências (EC). No entanto, embora façam parte da cultura popular, as HQs não são objetos comuns em pesquisas em História das C&T.

A História das C&T vem incluindo textos de educação científica como objeto histórico (Kaiser, 2012), contudo, estes ainda são principalmente textos voltados a ambientes educacionais formais e que comumente não consideram a popularização das C&T como educação em sentido cultural mais amplo.

Assim, embora pesquisas em História das C&T venham incluindo novos tipos de produções textuais como fontes historiográficas e as tornando objeto de estudo histórico (Secord, 2004; Burke, 2008; Pimentel 2010; Sastre-Juan & Valentines-Álvarez, 2019), artefatos culturais de popularização das C&T, como as HQs, ainda são objetos textuais pouco estudados (Jacques et al., 2021).

Acreditamos que a análise destes artefatos culturais de popularização das C&T, como a HQ *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950), podem oferecer subsídios e potencializar suas articulações na EC. Artefatos culturais que podem ser utilizados por professores e que o estudo histórico e cultural pode contribuir para qualificar a sua mediação.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo analisar, numa perspectiva histórica e cultural articulada à noção de textualização, a produção da HQ *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950), que populariza a noção de energia nuclear. Trata-se de um texto, na forma de HQ, com grande apelo popular, que buscou apresentar de forma palatável algumas terminologias do átomo, da fissão nuclear, da reação em cadeia e das aplicações benéficas da energia nuclear. Um artefato cultural que fez parte de um conjunto de estratégias para diminuir os anseios nucleares da população depois do lançamento das bombas atômicas.

Desta forma, buscamos neste trabalho realizar uma análise histórica e cultural da produção de um artefato da cultura popular e com apelo entre os jovens, que pode potencializar práticas de ensino e mediação de textos coerentes com a perspectiva da História Cultural da Ciência (Pimentel, 2010; Moura & Guerra, 2016) na EC.

2. A POPULARIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NUMA PERSPECTIVA HISTÓRICA E CULTURAL

A História Cultural da Ciência (HCC) (Pimentel, 2010; Moura & Guerra, 2016) vem se tornando uma abordagem importante para a EC, desenvolvida em trabalhos como os de Moura et al. (2023), Cardinot et al. (2022), Jardim et al. (2021) e Camel et al. (2019). Esta perspectiva historiográfica ressalta o papel do contexto sociocultural na construção das ciências e tem seu foco deslocado dos estudos das grandes ideias e cientistas, para ações de diferentes atores (Moura & Guerra, 2016). A HCC é uma vertente que dedica atenção à ciência enquanto prática, incluindo as formas de representação do conhecimento científico desenvolvidas em determinado contexto (Moura & Guerra, 2016). Práticas e produções de representações que reconfiguram o conhecimento científico e incluem relações com a “cultura mais ampla, através da atuação de não-cientistas na ciência, da divulgação desse conhecimento ao público amplo, das relações socioinstitucionais que ali se desenvolvem e da própria explicitação dos contextos históricos mais gerais nos quais estas práticas científicas se desenvolveram” (Moura & Guerra, 2016, p. 741).

Nesta perspectiva, o foco não ocorre apenas nos mecanismos de produção dos objetos culturais, mas também nos mecanismos de recepção (Burke, 2008). Como Secord (2004), entendemos a ciência também como uma forma de comunicação, daí a necessidade de dar atenção às práticas de circulação e textualização – que ocorrem de diferentes formas e podem reunir uma variedade de abordagens.

Para a HCC, os artefatos textuais considerados vêm sendo ampliados para além dos textos verbais. Nesta direção, Pimentel (2010, p. 421, tradução nossa) aponta que os “estudos visuais têm penetrado fortemente na historiografia e em termos gerais podemos dizer que os historiadores hoje deixaram de considerar as imagens como ilustrações, para tratá-las como fontes, passíveis de serem interrogadas, lidas e interpretadas como se fossem um texto”.

Secord (2004, p. 665, tradução nossa) salienta que: “Todas as evidências do passado estão na forma de coisas materiais. Este é (ou melhor, tornou-se) óbvio no caso de instrumentos experimentais, espécimes de história natural, e modelos tridimensionais. Mas é igualmente verdadeiro para panfletos, desenhos, jornais, artigos, cadernos, diagramas, pinturas e gravuras”. E questionamos neste trabalho: por que não também as HQs?

As HQs são, há muito tempo, uma das formas de circulação do conhecimento científico, como a iniciativa que ocorreu na revista *Ciência Popular* (1948-1960). Em 1950, tivemos a publicação da HQ *Dagwood consegue cindir o átomo* para divulgar a ciência e tecnologia atômicas. As noções textualizadas nessa HQ fazem parte da circulação e popularização das C&T.

Em relação à popularização das C&T, perspectivas historiográficas mais recentes, em consonância com a História Cultural, vem recusando “as noções passivas de difusão e recepção para reter aquelas, reais ativas, de representações e de apropriações historicamente situadas” (Pestre, 1996, p. 28).

Na mesma direção, Knorr-Cetina (1999) aponta a comunicação como um processo intrinsecamente ativo. Como a autora, entendemos “a comunicação como uma esfera da actividade social de direito próprio, no interior da qual as mensagens não são apenas preservadas e transmitidas mas formadas e construídas” (Knorr-Cetina, 1999, p. 380). Nyhart (2016), também aponta que novas perspectivas de comunicação científica se contrapõem ao modelo difusionista da “ciência popular”. Modelo que a tratava “como uma versão diluída da ciência ‘real’, os popularizadores como luzes menores que não tinham habilidade para fazer suas próprias pesquisas e os leitores como um público passivo” (Nyhart, 2016, p. 13, tradução nossa). Nessa nova perspectiva, popularizadores e o público são intérpretes culturais ativos e criadores de conhecimento (Nyhart, 2016).

Bensaude-Vincent (2009) aponta para a popularização da ciência como uma entidade não neutra e para a mudança do modelo de *déficit* para o modelo participativo. Essa virada sugere “não apenas como a ciência e sua face pública são socialmente construídas, mas também como a noção de um público leigo foi construída por práticas científicas” (Bensaude-Vincent, 2009, p. 359, tradução nossa).

Para este trabalho, partilhamos de um modelo de popularização que se contrapõe a “visão *standard*”, de uma noção “idealizada da ciência como um conhecimento puramente racional, contrastado com um conhecimento impuro, simplificado, popularizado” (Knorr-Cetina, 1999, p. 387). Assim, como a autora, entendemos que a “ciência popularizada possui uma acção

retroactiva sobre o processo de investigação” (Knorr-Cetina, 1999, p. 387), e contribuem para formar a sua crença no conteúdo e na conduta da ciência (Hilgartner, 1997).

Como aponta Hilgartner (1997), entendemos que é difícil traçar uma linha entre a ciência “pura” e a ciência popularizada. A “divulgação e a ciência parecem encontrar-se entrelaçadas, e a diferença entre elas é difícil de precisar” (Knorr-Cetina, 1999, p. 388).

Em relação à divulgação da ciência e sua popularização, nos filiamos a Knorr-Cetina (1999) ao considerá-la uma dimensão da comunicação científica que merece tratamento especial. Ao defender que “a ciência, tal como a linguagem, é pública”, a autora cita o *Leviathan and the Air-Pump*, de Shapin e Schaffer (1985), para lembrar que a “ciência nem sempre foi pública” (Knorr-Cetina, 1999, p. 386). Nesta direção, associamos a construção da primeira bomba atômica e o domínio da tecnologia nuclear, que se deram a partir do *Projeto Manhattan*, como outro exemplo de que a ciência nem sempre foi pública. Entre os diferentes instrumentos/mídias utilizadas para tornar pública a ciência atômica, tivemos a HQ de *Dagwood*.

Não concebemos as HQs como subcultura, numa conotação depreciativa, mas como artefatos da “cultura de massa” e peças de uma prática de produção/circulação das C&T pelo público. Barros (2003, p. 145) aponta que “qualquer objeto material produzido pelo homem faz também parte da cultura – da cultura material”. Salienta, ainda, que a vida cotidiana está imersa no mundo da cultura. “A própria linguagem, e as práticas discursivas que constituem a substância da vida social, embasam esta noção mais ampla de Cultura. ‘Comunicar’ é produzir Cultura (...)” (Barros, 2003, p. 146).

Se, por um lado, a perspectiva da HCC permite pensar o papel de artefatos culturais na produção histórica das ciências, por outro, se estamos pensando nas potencialidades dessa perspectiva historiográfica para a EC, é importante lembrar que os quadrinhos são um produto de cultura de massa de grande penetração popular e aceitação entre os estudantes (Vergueiro, 2018). Vergueiro (2018) salienta que mesmo com o surgimento de outros meios de comunicação e entretenimento, cada vez mais diversificados e sofisticados, os quadrinhos continuam sendo atrativos e estão presentes em todos os países. Os quadrinhos têm adentrado nas escolas e por consequência nas salas de aula.

Neste contexto, diversos autores (Assis & Marinho, 2016; Fioravanti et al., 2016; Vergueiro, 2018; Jacques, 2019) têm destacado as potencialidades da utilização dos quadrinhos no ensino, uma vez que possuem uma relação semiótica do icônico e do verbal – uma linguagem que pode favorecer a compreensão e a identificação do leitor com o enredo proposto – podendo ser utilizada em estratégias de ensino-aprendizagem em várias temáticas na sala de aula, com mediações adequadas.

Dessa forma, temos como hipótese que conceber as HQs como artefatos culturais que fazem parte dos processos de produção, circulação e textualização dos conhecimentos científicos e tecnológicos de um ponto de vista cultural pode propiciar subsídios para aprimorar o uso desses textos e da leitura na EC, possibilitando estabelecer conexões entre contextos histórico-culturais passados e contextos contemporâneos e propiciar relações menos ingênuas dos leitores com as C&T e com os textos que as colocam e mantêm em circulação em nossa cultura.

A perspectiva deste trabalho considera fundamental a exploração do contexto histórico de produção das C&T, assim como suas relações com outras produções culturais que compartilham o mesmo contexto (Moura & Guerra, 2016). As HQs são as “outras produções

culturais” deste trabalho. Os artefatos culturais HQs são um produto de cultura de massa de grande recepção popular, que comunicam, circulam e textualizam noções de C&T não independentemente do seu contexto e condicionantes histórico-culturais.

Neste contexto, este trabalho se ancora na noção de textualização, compreendida como “(...) uma abordagem que analise essa simultaneidade ali presente, a da forma do texto e a do conhecimento que ele veicula” (Silva, 2019, p. 09). Com isso, consideramos as HQs como textos e pensamos nas relações entre estes e “conhecimentos científicos para além de um viés puramente conteudista” (Silva, 2019, p. 12). Ao adotarmos a noção de textualização pressupomos esta relação constitutiva, em que as especificidades do texto em análise e de seu contexto histórico e cultural de produção precisam ser consideradas (Silva, 2019).

Ao articularmos a noção de textualização à HCC, concebemos as C&T a partir de práticas culturais (simbólicas, materiais, visuais) e, que entre elas estão as práticas de textualização, de produção textual, que colocam conhecimentos das C&T em formas textuais culturalmente condicionadas, que influenciam e constituem, também, a cultura em que habitam. Assim, concebemos as C&T como práticas culturais e históricas, incluindo aí, as práticas de popularização das C&T pelos quadrinhos e, portanto, situadas num tempo e espaço específicos.

Com isso, procuramos privilegiar aspectos culturais e materiais dessas práticas em torno da produção e circulação da HQ, contemplando ações de diferentes atores e agências. Práticas de popularização das C&T, como veremos, que não podem ser consideradas neutras e que, portanto, produzem textos não transparentes em si mesmo.

3. A NOÇÃO DE TEXTUALIZAÇÃO COMO SUPORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO

Segundo Luyten (1987), antes do advento da *internet* e popularização da TV, os quadrinhos foram um fenômeno comunicacional, um dos melhores meios de informação e de formação de conceitos – como seu papel central na propaganda ideológica antinazista, antes mesmo da entrada dos EUA na Segunda Guerra Mundial. Ainda hoje, os quadrinhos representam um meio de comunicação em massa muito popular: “Nos quatro cantos do planeta, as publicações do gênero circulam com uma enorme variedade de títulos e tiragens de milhares, até mesmo milhões, de exemplares” (Vergueiro, 2018, p. 07). Mas na década de 1950, os quadrinhos eram uma das principais formas de comunicação em massa. Um meio que divertia, informava e formava seus leitores.

Com uma linguagem híbrida, a relação imagem e texto verbal são exploradas ao máximo nos quadrinhos e a assimetria na articulação entre esses dois códigos proporciona maior dinâmica à história e aprimora a capacidade de comunicação (Leite et al., 2019). Frente às inúmeras sobreposições desses elementos, Eisner (2010) salienta que é preciso que o leitor exerça habilidades interpretativas visuais e verbais. Diz ainda: “A leitura das histórias em quadrinhos é um ato de percepção estética e de esforço intelectual” (Eisner, p. 2, 2010).

Mas como as HQs podem ser analisadas? Sobretudo HQs que comunicam noções de C&T? As respostas são plurais e dependem, entre outros fatores, das motivações e intenções do pesquisador, assim como dos referenciais teórico-metodológicos que são mobilizados.

Silva (2001), ao sistematizar estudos sobre questões metodológicas sobre quadrinhos, salienta que a interpretação, além de se deter sobre os elementos formais, deve considerar o

contexto de produção. Os quadrinhos, como artefatos culturais, pertencem ao contexto histórico e cultural em que foram produzidos e isso não ocorre de forma isolada da influência/motivação/interesses de seus autores/produtores, pessoas e instituições envolvidas.

Diante disso, questionamos qual suporte teórico-metodológico pode contribuir na análise de quadrinhos que comunicam noções de C&T? Um texto repleto de especificidades e condicionantes histórico e culturais que se articulam na sua produção e circulação. Encontramos na noção de textualização (Silva, 2019) princípios que podem favorecer que seja dada visibilidade à produção histórica e cultural desse artefato.

A noção de textualização não está vinculada a uma abordagem específica, ela também não está associada a um objeto textual particular. Seus objetos textuais, independente da materialidade de suas linguagens (verbal, matemática, imagética, teatral), remetem às ciências da natureza (Silva, 2019). Nesta perspectiva, diferentes objetos textuais vêm sendo analisados a partir da noção de textualização na pesquisa em EC, como textos de divulgação científica (Setlik, 2022; Fioresi, 2020) e audiovisual (Teixeira, 2019).

Um aspecto relacionado à noção de textualização se dá na “busca pela compreensão das relações entre linguagem e conhecimento científico” (Silva, 2019, p. 15). Nesta perspectiva, os textos, como as HQs que comunicam noções de energia nuclear na década de 1950, têm materialidade cultural, são constitutivos e não secundários. Ou seja, os textos não são apenas veículos neutros de algo que circula e de um conteúdo que comunicam, os textos são peças materiais desses processos que são culturais, e não há neutralidade na cultura.

Ao adotar esta perspectiva procuramos, minimamente, nos contrapor a análises que enfocam apenas nos conteúdos, que se perguntam pelo certo/errado que está no texto, mas enquanto processo cultural, enquanto prática culturalmente engajada. Assim, a noção de textualização articulada à HCC visa possibilitar analisar os quadrinhos para além de seus conteúdos, ou seja, como um artefato cultural que é produto e produtor de determinadas condições históricas, políticas, sociais e culturais.

A partir desta perspectiva, a análise foi um movimento constante de ir e vir, onde novas pistas e questões surgiram ao longo do processo de busca de compreensão das condições de produção. O ponto de partida foi a leitura da própria HQ (figura 1).



Figura 1 Texto de abertura e quadros de *Dagwood consegue cindir o átomo*. Fonte: *Ciência Popular*, 1950.

Um primeiro indicativo que surgiu veio da própria narrativa da HQ, que ocorre numa exibição de energia atômica. Na abertura da HQ também é informado que fizeram exposições dos quadros produzidos nos EUA. Na mesma direção, o historiador Paul Boyer (1985), ao analisar o impacto da bomba atômica nas atitudes e cultura americana entre 1945 e 1950, cita grandes exposições sobre o átomo que iniciaram no final da década de 1940 nos EUA e se espalharam para o mundo todo. Com isso, uma questão que surgiu foi: *existe relação entre a HQ e alguma exposição de energia nuclear que ocorreu de fato?*

Silva (2009) ao analisar a revista *Ciência Popular*, cita a HQ como uma adaptação do livro *Learn how Dagwood Splits the Atom* (1949), cuja introdução é do tenente-general Leslie Groves – principal líder militar do *Projeto Manhattan*. No entanto, a autora não relaciona a HQ às exposições atômicas que ocorreram de fato.

Outras questões surgiram para interpelar a produção desse artefato e nortear a análise: *quais os contextos em que estas produções ocorreram? Onde foram divulgadas inicialmente? Quais atores e agências produziram estes materiais? Quem foram os financiadores e divulgadores? Quais noções de ciências e tecnologia foram comunicadas? Quais personagens foram utilizados na narrativa e por quê? Quais as intenções/motivações de seus produtores e divulgadores?*

As fontes primárias consultadas para o estudo do contexto foram artigos publicados pelos produtores e colaboradores da HQ (Dunning, 1949; Heil & Musial, 1949; Groves, 1949b), além das fontes secundárias: trabalho de historiador nuclear (Boyer, 1985) e de popularização da energia atômica (Bosse, 2013; Gidzak, 2020).

A opção por essas fontes secundárias se deu por citarem a HQ de *Dagwood* e apontarem a exposição atômica *Man and the Atom* (1948) como evento que motivou a sua produção. No

entanto, esses trabalhos são conflitantes em relação à circulação da HQ na exposição – um aspecto que procuramos avançar. Além disso, as fontes secundárias estudadas não utilizam a perspectiva de Dunning (1949) – especialista em física nuclear, colaborador do *Projeto Manhattan*, assessor da HQ e membro do comitê de organização da exposição. Neste sentido, a partir da articulação entre os trabalhos anteriores numa perspectiva da HCC articulada à noção de textualização, evidenciamos que as condições de produção da HQ de *Dagwood* são elementos constitutivos dessa vertente historiográfica – um dos aspectos de ampliação da discussão em torno da HQ.

4. A POPULARIZAÇÃO DO ÁTOMO: DA EXPOSIÇÃO *MAN AND THE ATOM* (1948) À HQ *DAGWOOD CONSEGUE CINDIR O ÁTOMO* (1950)

O anúncio que o mundo entrou oficialmente na era atômica veio em 6 de Agosto de 1945, depois do lançamento da bomba atômica em Hiroshima, com um comunicado oficial da Casa Branca. Depois do anúncio do presidente Truman, a população de todo o mundo, assim como os veículos de comunicação, ficaram imaginando o que aconteceria depois. Depois veio Nagasaki, o sentimento de dúvida, ansiedade e medo (Bosse, 2013).

Bosse (2013) aponta que a estreia inesperada da era nuclear e a má gestão da opinião pública dos EUA levaram os norte-americanos a temerem a bomba, como também gerou sentimentos negativos sobre a tecnologia nuclear em geral. “A energia atômica, desde a sua estreia, tornou-se inextricavelmente ligada à guerra e ao medo. As conotações negativas sobre a energia atômica continuaram a reverberar na consciência cultural da política americana do final de 1945 a meados de 1947” (Bosse, 2013, p. 37, tradução nossa).

Com a criação da *Lei de Energia Atômica*, em 1946, a responsabilidade de gerenciar o projeto e a produção de armas nucleares do *Projeto Manhattan* passou para a *Atomic Energy Commission* (AEC), que também recebeu a tarefa de avançar a ciência e tecnologia atômica, além de ser responsável pela divulgação de informações sobre energia atômica para o público (Bosse, 2013).

Neste sentido, as campanhas de relações públicas da AEC tinha como um dos objetivos:

[...] estimular o pensamento positivo, promovendo a conscientização nuclear por meios educacionais e destacando as aplicações pacíficas benéficas da nova tecnologia. A ansiedade e o medo poderiam ser dissipados, ou pelo menos reduzidos a níveis administráveis, desmistificando o átomo sob o manto da educação e pronunciamentos oficiais de segurança (Bosse, 2013, p. 72, tradução nossa).

Para promover isso, a partir de 1947 a AEC apoiou e patrocinou a realização de grandes exposições de energia atômica, como a *Man and the Atom* (figura 2), realizada em 1948, em Nova Iorque (Boyer, 1985).

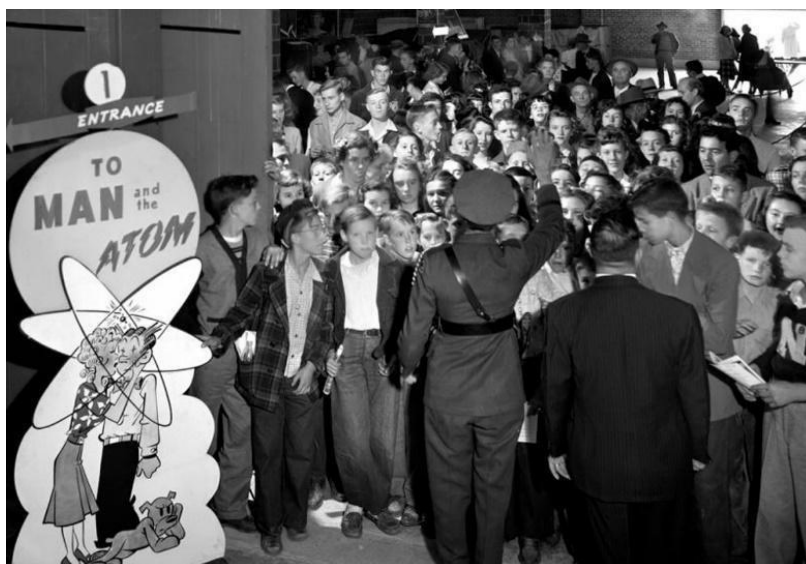


Figura 2 Exibição *Man and the Atom*. Fonte: <https://thephantom.fan/collectibles/dagwood-splits-the-atom/>

Para trazer a energia atômica para a “luz brilhante da compreensão pública”, foram estabelecidos pelo prefeito de Nova Iorque, O’Dwyer, vários comitês e subcomitês, que:

incluíram líderes científicos, militares, governamentais e civis, como Bernard Baruch, consultor de assuntos internacionais e ex-representante da Comissão de Energia Atômica das Nações Unidas; **John R. Dunning**, físico da Universidade de Columbia e cientista do Projeto Manhattan que foi pioneiro no método de difusão gasosa de separação de isótopos de urânio; **Louis Heil**, presidente de física da Cooper Union; e **Leslie Groves** e William Parsons, os chefes militares do Projeto Manhattan” (Gidzak, 2020, p. 136, grifo nosso, tradução nossa).

Os visitantes quando entravam na exposição *Man and the Atom* (1948) encontravam grandes painéis de desenhos animados (figura 3), uma enorme HQ denominada *Dagwood Splits the Atom* (Gidzak, 2020).



Figura 3 Painéis de *Dagwood Splits the Atom* exibidos em *Man and the Atom*. Fonte: <https://thephantom.fan/collectibles/dagwood-splits-the-atom/>

O físico nuclear John R. Dunning (1907-1975), que teve papel central na separação dos isótopos de urânio no *Projeto Manhattan*, que participou dos comitês da exposição e assessorou

a produção dos quadrinhos, salientou: “A história em quadrinhos educacional, ‘Dagwood Splits the Atom’, foi preparada especificamente para a exposição Man and the Atom” (Dunning, 1949, p. 365, tradução nossa). O pedido para criação dos painéis veio do tenente-general Leslie Groves (1896-1970), chefe do *Projeto Manhattan*, que durante a Segunda Guerra Mundial desenvolveu as primeiras bombas atômicas.

Durante as reuniões de organização da exposição, Groves sugeriu que:

os conceitos básicos de energia atômica pudessem ser desenvolvidos por uma sequência de desenhos animados. Por causa do carinho do General Groves por Dagwood e Blondie, ele também sugeriu que esses personagens fossem considerados como desempenhando os papéis principais (Heil & Musial, 1949, p. 331, tradução nossa).

Personagens que estavam entre os quadrinhos de maior circulação no mundo, além de terem sido adaptados para outras mídias, como teatro, filmes, cinema, séries de rádio e televisão. Portanto, a família de personagens utilizados na narrativa era uma das mais conhecidas do público, sobretudo nos Estados Unidos, no contexto de sua publicação. Personagens que pertencem ao estilo que ficou conhecido como *American way of life* – divulgador da cultura norte-americana como modelo a ser universalmente seguido.

A família de *Dagwood* foi escolhida a partir da sugestão de Groves e teve os serviços prestados pela *King Features Syndicate* (KFS), detentora dos direitos dos personagens utilizados na narrativa e que emergiu como o maior distribuidor de quadrinhos no início da década de 1930 (Szasz, 2012). O outro personagem utilizado nos painéis foi o *Mágico Mandrake*, também da KFS. “Foi feita uma pesquisa dos personagens de quadrinhos disponíveis para encontrar um que parecesse ter um sabor científico. Este foi o motivo da escolha de Mandrake” (Heil & Musial, 1949, p. 332, tradução nossa).

Depois da escolha dos personagens,

o próximo passo envolveu a preparação real de esboços. O Sr. Joe Musial, chefe do departamento de quadrinhos da King Features e o Dr. Louis M. Heil, chefe do departamento de física da Cooper Union, em Nova York, serviram como uma equipe de trabalho para desenvolver os primeiros esboços (Heil & Musial, 1949, p. 332, tradução nossa).

Enfim, com os painéis produzidos, a HQ *Dagwood Splits the Atom* foi exibida em *Man and the Atom* (1948) e foi um dos destaques do evento (Boyer, 1985). No entanto, Boyer (1985) e Bosse (2013), equivocadamente afirmam que a *General Electric* (GE), um dos financiadores e expositores de *Man and the Atom*, distribuiu aos visitantes a HQ *Dagwood Splits the Atom*. Boyer (1985), salienta ainda que a GE distribuiu mais de 250000 cópias dessa HQ e encomendou uma impressão adicional de vários milhões de cópias. Também não corroboramos com essa afirmação.

A HQ *Dagwood Splits the Atom* foi exposta em grandes painéis durante o evento. Assim, estamos convencidos que a HQ *Dagwood Splits the Atom* (1948) não foi distribuída em *Man and the Atom* (1948) na forma de revistas em quadrinhos, os *comic-books*, em suportes de papel.

A confusão ocorre porque a GE também produziu uma HQ denominada *Adventures Inside the Atom* (1948) (Jacques & Silva, 2021), que foi utilizada e distribuída por ela em *Man and the Atom* (1948). Robin (1949), que trabalhou nas *Relações Públicas e Educação* da GE, não cita o nome da HQ que a GE distribuiu durante a exposição – fato que pode ter confundido o historiador nuclear Boyer (1985), que cita Robin (1949) em seu trabalho.

No entanto, comparando os exemplos utilizados em Robin (1949) e a narrativa de *Adventures Inside the Atom* (1948), concluímos que esta foi a HQ distribuída em *Man and the Atom* (1948) e não a de *Dagwood Splits the Atom* (1948).

Dos painéis da exposição, os quadros de *Dagwood Splits the Atom* foram publicados na revista *Popular Science* (1948) e no livro *Learn how Dagwood Splits the atom* (1949). No Brasil, foram publicados pela revista *Ciência Popular* (1950), com o nome *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950), e tem a mesma estrutura sequencial dos quadros e *layout* publicados pela revista *Popular Science* (1948). Diferente do apontado por Silva (2009), a HQ publicada no Brasil foi adaptada da HQ publicada na *Popular Science* (1948).

As adaptações da publicação brasileira envolveram a tradução e alteração dos textos verbais dos balões de fala, balões de pensamento e recordatórios; além de supressão de diálogos mais cômicos realizados entre os personagens. Uma publicação que contou com a isenção dos direitos autorais cedidos pela KFS e que surgiu como uma iniciativa de diferentes agências para popularizar noções atômicas, como a AEC, seus principais empreiteiros corporativos e instituições políticas.

5. A SUPOSTA PRETENSÃO DOS PRODUTORES/FINANCIADORES DA HQ

A exposição *Man and the Atom* (1948), para qual a HQ foi especialmente produzida, tinha três objetivos abrangentes: “promover a compreensão da energia atômica; destacar as aplicações positivas da tecnologia nuclear; e acalmar as ansiedades nucleares do público” (Bosse, 2013, p. 78, tradução nossa). A narrativa da HQ consiste predominantemente na tentativa de promover a compreensão da energia atômica, um dos objetivos da exposição e que pode ter contribuído para que os demais fossem atingidos. A HQ também destacou as aplicações benéficas da energia nuclear, como seu uso na agricultura, medicina e geração de energia elétrica.

Nesta direção, Dunning (1949) salientou que uma parcela ampla da população deveriam ser educadas para compreender as possibilidades de futuro que a energia atômica trará. Parece prudente que eles dominem o essencial dessa nova fonte de energia para que estejam familiarizados com ela e dispostos a recebê-la em suas casas, fábricas, hospitais e usinas de energia (Dunning, 1949, pp. 364-365, tradução nossa).

Para Groves (1949), a leitura da HQ traria uma compreensão mais clara da energia atômica. No entanto, uma edição especial inteiramente dedicada a atividades de popularização da energia atômica surgiu no *Journal of Educational Sociology* (1949), e deu pistas que a intenção desta popularização inicial foi mais terapêutica e propagandística do que educacional (Boyer, 1985). Por exemplo, seu editor, Dodson (1949), enfatizou a importância de divulgar a “magnífica história” do átomo, já Groves (1949) pediu orgulho do *Projeto Manhattan*.

Dunning (1949, p. 363, tradução nossa), enfatizou que o desenvolvimento da bomba atômica, “representou uma cooperação única da ciência, indústria e governo” e que seu desenvolvimento “abriu a porta para o progresso futuro.” Dunning (1949, p. 364-365, tradução nossa) salientou, ainda, que: “Temos o problema de superar as associações temerosas ligadas à ênfase inicial em usos destrutivos. Temos a vantagem do tempo durante o qual esta fonte de energia está sendo desenvolvida para planejar um programa educacional completo e inteligente.”

Na mesma direção, Groves (1949b), apontou que: “Muito do que foi escrito sobre energia atômica tem incutido medo e confusão nas mentes de muitos. Este não é um estado de coisas saudável. A energia atômica deve ser explicada” (Groves, 1949b, p. 319, tradução nossa).

Neste cenário, em que diferentes atores/agências ilustram uma visão compartilhada de que o público em geral precisava de uma compreensão básica da ciência do átomo, surgiu a HQ de *Dagwood*. Uma iniciativa para comunicar informações básicas sobre a energia nuclear, não apenas em termos compreensíveis, mas também atraentes para o público leigo.

A HQ de *Dagwood* foi preparada especialmente para a exposição, cuja ênfase estava em “estimular atitudes positivas em relação à energia Atômica” (Boyer, 1985, p. 297, tradução nossa). Boyer (1985) aponta que essa blitz da mídia promovendo usos da energia atômica em tempo de paz “surtiu no momento em que os formuladores de políticas de energia atômica perceberam que tais aplicações eram cada vez mais remotas” (Boyer, 1985, p. 292, tradução nossa).

Boyer (1985) salienta que esta imagem pacífica da energia atômica, iniciada no final da década de 1940, foi conscientemente induzida pelo governo, corporações e manipulação da mídia. Comunicações, como a exposição e a HQ, que não tinham apenas o objetivo de divulgar as aplicações benéficas da energia atômica, mas criar uma atitude mais positiva em relação a ela. Uma campanha cuja intenção era “implantar na mente do público uma imagem de energia atômica associada à saúde, felicidade e prosperidade em vez de destruição” (Boyer, 1985, p. 300, tradução nossa).

Este “lado ensolarado do átomo” (Boyer, 1985, p. 302) ocorreu num período em que a fabricação de bombas atômicas era a grande prioridade do governo dos EUA como política de sua Guerra Fria. Bosse (2013) aponta que o governo dos EUA explorou a dicotomia do átomo para aliviar a ansiedade e alcançar um consenso favorável à energia atômica: “Os componentes duais do átomo estavam, pelo menos no alvorecer da Era Atômica, inseparavelmente ligados – aceitar o átomo ‘pacífico’ era aceitar o átomo ‘destrutivo’ que a bomba atômica incorporava” (Bosse, 2013, p. 05, tradução nossa).

A HQ de *Dagwood* foi um dos instrumentos desta política dependente da bomba atômica e que procurava controlar as reservas internacionais de minérios radioativos, como citado nos documentos de planejamento da exposição e por Dunning (1949, p. 364, tradução nossa):

Esses desenvolvimentos, embora devam ser realizados com as precauções de segurança necessárias para a segurança nacional até que haja um controle internacional adequado de possíveis usos destrutivos da energia atômica, serão participados por uma parcela muito mais ampla da população do que a envolvida nas pesquisas iniciais.

Esta tentativa de controle internacional repercutiu no Brasil, detentor de reservas minerais radioativas que tanto interessavam aos EUA e que influenciaram direta e indiretamente nas políticas públicas brasileiras relacionadas à exportação destes minérios.

6. CONSIDERAÇÕES

A análise da produção da HQ *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950) corrobora para evidenciar aspectos culturais e materiais em torno da produção e circulação de artefatos culturais de popularização das C&T. Um texto produzido na linguagem dos quadrinhos, que circulou

originalmente na forma de grandes painéis, preparados especialmente para uma grande exposição de energia atômica que ocorreu nos EUA – *Man and the Atom* (1948).

Essa exposição foi criada, organizada e patrocinada por várias agências governamentais, universidades e empresas da indústria atômica, como a *General Electric* e *Westinghouse* – agências com interesse em divulgar a ciência atômica, mas também em promover as tecnologias nucleares. Uma promoção que buscou estimular atitudes positivas da população em geral em relação à temática atômica durante a Guerra Fria, que ocorreu inicialmente em território norte-americano, se espalhando rapidamente por inúmeros outros países.

A análise contribui para evidenciar uma prática de popularização da energia nuclear, enquanto textualização em C&T, como uma prática não neutra, e, portanto, seu produto, como um objeto não transparente. Sintetizamos alguns aspectos, a saber: idealização da HQ partiu de Groves; a participação de especialistas das ciências, como o físico nuclear Dunning; concebida artisticamente por Musial, chefe do departamento de quadrinhos da KFS, que era o maior distribuidor de quadrinhos dos EUA no período; isenção de direitos autorais para favorecer a circulação em outros suportes; envolvimento da AEC, principal agência envolvida no controle dos produtos e materiais cindíveis dos EUA, além das informações sobre a tecnologia atômica para o público; uma popularização inicial mais de cunho terapêutico e propagandística; a escolha do tipo de texto na forma de quadrinhos, um artefato com grande aceitação do público e alcance; os personagens principais utilizados na narrativa, uma família que representava o estilo *American way of life* – divulgador da cultura norte-americana a ser universalmente seguida.

Acreditamos que a HQ *Dagwood Splits the Atom* (1948) pode ter sido um embrião de outros artefatos culturais produzidos a partir do programa *Átomos para a paz* (1953), como o livro e filme *Our Friend the Atom*, produzidos pela *Walt Disney*. O programa fez parte da política norte-americana e buscou promover tecnologias nucleares, especialmente entre países aliados, e foi lançado depois dos EUA não deterem mais o monopólio das armas nucleares.

No entanto, mesmo antes do programa *Átomos para a paz* (1953), a HQ foi um dos instrumentos utilizados na política dicotômica do governo norte-americano, que promovia os usos pacíficos da energia nuclear, enquanto produziam um arsenal de armas nucleares, num contexto da Guerra Fria que se aprofundava. Trata-se de um artefato cultural produzido num contexto de interesse em promover os usos da energia nuclear como motor econômico dos EUA no pós-guerra, como a venda de reatores nucleares e exploração do setor energético – fatores que corroboram com uma concepção de popularização das C&T como constitutiva da produção cultural e material da própria C&T.

7. IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A análise histórica, cultural e textual da produção da HQ *Dagwood consegue cindir o átomo* (1950), para além de seus conteúdos, procurou evidenciar a relação entre sua produção e o contexto histórico e cultural de produção das C&T.

Evidenciou-se, assim, um artefato cultural, na forma de HQ, pertencente ao contexto histórico e cultural em que foi produzido, e cuja produção não ocorreu de forma isolada de influências, motivações e interesses de seus autores e produtores, evidenciando a relação entre

diferentes atores e agências sociais, entre eles, cientistas. Um texto, portanto, que é produto e produtor de determinadas condições históricas, políticas, sociais e culturais.

Os elementos apresentados evidenciam potencialidades da utilização da HQ de *Dagwood*, no sentido de que a HQ é divulgação e elemento constitutivo de uma prática de produção das C&T, enquanto prática textual, prática de produção de um artefato cultural.

Trata-se de uma prática de popularização da energia nuclear, enquanto textualização em C&T; uma prática não neutra, e, portanto, seu produto, um objeto não transparente – elementos que podem contribuir para mediações escolares na EC na perspectiva da HCC.

Dar visibilidade a HQ de *Dagwood* como um artefato cultural que faz parte do processo de produção, circulação e textualização de conhecimentos científicos e tecnológicos de um ponto de vista histórico e cultural, permite derivar subsídios para aprimorar o uso dessa HQ na EC, para além de um viés instrumental.

Acreditamos que dar visibilidade à textualização da energia nuclear nessa HQ, pode contribuir para responder ao emergente turno sócio-político na EC (Tolbert & Bazzul, 2017), coerente com a perspectiva da HCC (Moura et al., 2021). Um turno que inclui a discussão de natureza da ciência de maneira mais ampliada, adicionando fatores políticos, sociais e textuais. Nesta direção, o uso e mediação desse texto, associados aos elementos mobilizados na análise, podem favorecer a produção de discussão sobre C&T que extrapolam as noções conceituais e epistemológicas, trazendo outros elementos do emaranhado contexto social e político, além de potencializar a tomada de um texto em C&T como objeto de estudo em sala de aula.

Hodson & Wong (2014) também salientam a necessidade de se expandir a discussão de natureza da ciência na EC, prestando atenção às práticas dos cientistas e expondo os estudantes às vozes de suas práticas. Ao explorarmos a participação do físico nuclear Dunning (1949) e dos outros atores, podemos perceber algumas de suas visões de como deveria ser a ciência e como isso pode ter influenciado/norteadado a produção da HQ. Tornar outros artefatos culturais de comunicação de massa objetos de análise, prestando atenção às vozes e opiniões de cientistas/atores participantes de sua produção, abre possibilidades de trabalhos futuros, ampliadas para outros tipos de artefatos culturais textuais. Pesquisas que podem encontrar ressonância com nosso trabalho. Entre as diferentes possibilidades, temos a HQ *Adventures Inside the Atom* (1948), que também circulou em *Man and the Atom* (1948), mas com outros atores/agências envolvidos em sua produção.

Ainda como perspectiva de trabalhos futuros, faz-se necessário que mediações didáticas na EC mobilizem os elementos apontados neste estudo, para avaliar possibilidades e limitações do uso desse artefato cultural, na forma de texto HQ, numa perspectiva da HCC.

Por fim, acreditamos que trazer protagonismo a uma HQ, um objeto textual comumente não contemplado em pesquisas historiográficas, contribui para ampliar e tornar diferentes tipos de textos como objetos de investigação e objetos de ensino. Acreditamos que através desse estudo, assumindo a perspectiva da HCC articulada à noção de textualização, evidenciamos que as condições de produção da HQ de *Dagwood* são elementos constitutivos da produção dos conhecimentos científicos e tecnológicos. A partir disso, abrem-se perspectivas de investigações e de ensino, para os mais diversos objetos textuais, que considerem as condições de produção enquanto práticas de textualização como elementos da HCC.

REFERÊNCIAS

- Assis, L. M., & Marinho, E. S. (2016). História em quadrinhos: um gênero para sala de aula. In: L. Nascimento, L.M. Assis & A.M. Oliveira (Orgs.). *Linguagem e ensino do texto: teoria e prática* (pp. 115-125). Blücher.
- Barros, J. D. A. (2003). História cultural: um panorama teórico e historiográfico. Textos de História. *Revista do Programa de Pós-graduação em História da UnB.*, 11(1-2), 145-172. <https://periodicos.unb.br/index.php/textos/article/view/27855>
- Bensaude-Vincent, B. (2009). A historical perspective on science and its "others". *Isis*, 100(2), 359-368. <https://doi.org/10.1086/599547>
- Bosse, A. L. (2013). *Our friend the atom? The Truman administration and the campaign to sell the peaceful atom, 1945-1949*. [Doctoral Thesis in History, Faculty of California State University, Chico, United States]. http://hdl.handle.net/10211.3/10211.4_611
- Boyer, P. (1985). *By the Bomb's Early Light. American Thought and Culture at the Dawn of the Atomic Age*. Pantheon.
- Burke, P. (2008). *O que é história cultural?* Editora Schwarcz-Companhia das Letras.
- Camel, T. D. O., Moura, C., & Guerra, A. (2019). Revolução Química e Historiografia: uma releitura a partir da História Cultural da Ciência para o Ensino de Química. *Educación química*, 30(1), 136-148.
- Cardinot, D., Moura, C., & Guerra, A. (2022). Challenging the "Science from nowhere" perspective in the classroom: Action research about a historical case of Brazilian science. *Science & Education*, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00311-1>
- Dodson, D.W. (1949). Editorial. *The Journal of Educational Sociology*, 22(5), 317.
- Dunning, J. R. (1949). Atomic power and the future. *The Journal of Educational Sociology*, 22(5), 363-366. <https://doi.org/10.2307/2263620>
- Eisner, W. (2010). *Quadrinhos e arte sequencial*. Martins Fontes.
- Fioravanti, C. H., Andrade, R. D. O., & Marques, I. D. C. (2016). Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 23, 1191-1208. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702016000400008>
- Fioresi, C. A. (2020). *Circulação da divulgação científica em livros didáticos de Química: a textualização da radioatividade enquanto fato científico*. [Tese de Doutorado, Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil]. <https://tede.ufsc.br/teses/PECT0462-T.pdf>
- Gidzak, B. C. (2020). *Atomic Science Education for the American Public, 1945-1949*. [Doctor of Philosophy, History of Science and Technology, University of Minnesota, Minneapolis, United States]. <https://hdl.handle.net/11299/218717>
- Gonçalo Júnior. (2004). *A guerra dos gibis: a formação do mercado editorial brasileiro e a censura aos quadrinhos, 1933-1964*. Companhia das Letras.
- Groves, L. R. (1949). *Introdução*. Musial, J.W. et al. Learn How Dagwood Splits the Atom! King Features Syndicate, Incorporated.
- Groves, L. R. (1949b). People Should Learn About Nuclear Energy - A Series of Editorials. *The Journal of Educational Sociology*, 22(5), 318-323. <https://doi.org/10.2307/2263615>
- Heil, L. M., & Musial, J. (1949). Communications Mediums Explain and Illustrate Nuclear Energy "Splitting the Atom" - Starring Dagwood and Blondie How It Developed. *Journal of Educational Sociology*, 22(5), 331-336. <https://doi.org/10.2307/2263616>
- Hilgartner, S. (1997). Access to data and intellectual property: Scientific exchange in genome research. *Intellectual property rights and research tools in molecular biology*. National Academies Press, 28-39.
- Hodson, D., & Wong, S. L. (2014). From the Horse's Mouth: Why scientists' views are crucial to nature of science understanding. *International Journal of Science Education*, 36(16), 2639-2665. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.927936>

- Jacques, V. (2019). Charge Metafórica em Sala de Aula: a Maçã de Newton e os Ombros de Gigantes. In: H.C. Silva (Org.), *Ciências, Seus Textos e Linguagens: Ensaios sobre Circulação e Textualização de Conhecimentos Científicos e Matemáticos* (1ª ed., pp. 233-261). CRV.
- Jacques, V., Nascimento, L. A., & da Silva, H. C. (2021). Charges e a história cultural da ciência: o eclipse e a deflexão da luz. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 4(3). <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12910>
- Jacques, V., & Silva, H.C. (2021, November). Ciências nos quadrinhos: da ficção científica aos webcomics. Paper presented at *XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campina Grande: Realize Editora. <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76060>
- Jardim, W. T., Guerra, A., & Schiffer, H. (2021). History of science in physics teaching: possibilities for contextualized teaching?. *Science & Education*, 30(3), 609-638. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00191-x>
- Kaiser, D. (2012). A tale of two textbooks: Experiments in genre. *An International Review Devoted to the History of Science and Its Cultural Influences*, 103(1), 126-138. <https://doi.org/10.1086/664983>
- Knorr-Cetina, K. D. (1999). A comunicação na ciência. In: F. Gil (Org.), *A ciência tal qual se faz* (1ª ed., pp. 375-393). Edições João Sá da Costa.
- Leite, M. R. V., Gatti, S. R. T., & Cortela, B. S. C. (2019). Abordagem da História e Filosofia da Ciência por meio das Histórias em Quadrinhos. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 3(2), 35-52. <https://doi.org/10.30691/relus.v3i2.1668>
- Luyten, S. M. B. (1987). *O que é história em quadrinhos*. Brasiliense.
- Moura, C.B. (2021). Para que história da ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva sociopolítica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 4(3). <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12900>
- Moura, C.B., Alsop, S., Camel, T., & Guerra, A. (2023) Science education in a world in crisis: contributions from the South to a defense of a cultural-historical approach in science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 9. <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10129-0>
- Moura, C. B., & Guerra, A. (2016). História Cultural da Ciência: um caminho possível para a discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 725-748. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4497>
- Moura, C. B., Nascimento, M. M., & Lima, N. W. (2021). Epistemic and Political Confrontations Around the Public Policies to Fight COVID-19 Pandemic: What can Science Education learn from this episode?. *Science & Education*, 30, 501-525. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00193-3>
- Nyhart, L. K. (2016). Historiography of the History of Science. In B. Lightman (Ed.), *A Companion to the History of Science* (pp. 7-22). Blackwell.
- Pestre, D. (1996). Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. *Cadernos IG/Unicamp*, 6(1), 3-56.
- Pimentel, J. (2010). ¿Qué es la historia cultural de la ciencia? *Arbor*, 186(743), 417-424. <https://doi.org/10.3989/arbor.2010.743n1206>
- Robin, R. C. (1949). The adult meets and tries to understand the atom. *The Journal of Educational Sociology*, 22(5), 350-353. <https://doi.org/10.2307/2263618>
- Rudolph, J. L., & Horibe, S. (2016). What do we mean by science education for civic engagement? *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 805-820. <https://doi.org/10.1002/tea.21303>
- Sastre-Juan, J., & Valentines-Álvarez, J. (2019). Fun and fear: The banalization of nuclear technologies through display. *Centaurus*, 61(1-2), 2-13. <https://doi.org/10.1111/1600-0498.12223>
- Secord, J. A. (2004). Knowledge in transit. *Isis*, 95(4), 654-672. <https://doi.org/10.1086/430657>
- Setlik, J. (2022). *Textos e formação de professores de Física: resistências e pontos de entrada em disciplinas relacionadas com Física Quântica*. [Tese de Doutorado, Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil]. <https://tede.ufsc.br/teses/PECT0502-T.pdf>

- Shapin, S., & Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the air-pump*. Princeton University Press.
- Silva, C. C. (2009). *O mundo científico ao alcance de todos: a revista Ciência Popular e a divulgação científica no Brasil (1948-1960)*. [Mestrado em História, Faculdade de Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil]. <http://hdl.handle.net/1843/VGRO-82TFSQ>
- Silva, H. C. (2019). A noção de textualização do conhecimento científico: veredas pelos estudos da ciência, conexões pela educação em ciências. In: H.C. Silva (Org.), *Ciências, Seus Textos e Linguagens: Ensaio sobre Circulação e Textualização de Conhecimentos Científicos e Matemáticos* (1ª ed., pp. 15-35). CRV.
- Silva, N. M. (2001, September). Elementos para a análise das Histórias em Quadrinhos. INTERCOM–Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Paper presented at XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação. Campo Grande, MS, Brasil. <http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/145679190592438538598866043670438455063.pdf>
- Szasz, F. M. (2012). *Atomic Comics: Cartoonists Confront the Nuclear World*. University of Nevada Press.
- Teixeira, A. D. S. (2019). *Buracos negros na linguagem audiovisual da ficção científica: análise de Jornada nas Estrelas*. [Dissertação de Mestrado, Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil]. <https://tede.ufsc.br/teses/PECT0393-D.pdf>
- Tolbert, S., & Bazzul, J. (2017). Toward the sociopolitical in science education. *Cultural Studies of Science Education*, 12, 321-330. <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9737-5>
- Vergueiro, W. (2018). *Uso das HQs no ensino*. In: A. Rama & W. Vergueiro (Orgs.), *Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula*. Editora Contexto.

**PROFESSIONAL DEVELOPMENT FOR EDUCATION FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT: THE CASE OF THE UNIVERSITY IN-SERVICE COURSE "EDUCATION
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – INNOVATIONS IN SCHOOL AND TEACHER
EDUCATION (BINE)"**

DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL PARA A EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:
O CASO DO CURSO UNIVERSITÁRIO EM SERVIÇO "EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL - INOVAÇÕES NA EDUCAÇÃO ESCOLAR E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES (BINE)"
DESARROLLO PROFESIONAL DE LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE: EL CASO DEL
CURSO UNIVERSITARIO EN SERVICIO "EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE -
INNOVACIONES EN LA ESCUELA Y LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO (BINE)"

Franz Rauch¹, Peter Kurz² & Regina Steiner²

¹University of Klagenfurt, Austria

²University of Teacher Education Upper Austria, Linz
franz.rauch@aau.at

ABSTRACT | The interdisciplinary nature as well as the present and future relevance of the sustainability debate, including climate change with all its inherent dilemmas and uncertainties, may constitute a fertile ground for educational innovation. The goal of BINE is to encourage participants to deal as a community of learners with information on sustainable development (SD) and education for sustainable development (ESD). An important element of the course is the systematic reflection of innovation in one's own practice in the context of an action research study. The overall results of the evaluation of the course have shown that the BINE course offers an adequate instructional and learning strategy for the participants to construct the meaning of the complex issues of SD and ESD by researching, reflecting and exchanging in learning groups focused on concrete examples.

KEYWORDS: Education for Sustainable Development, Professional Development of Teachers, Action Research.

RESUMO | A natureza interdisciplinar, bem como a relevância presente e futura do debate sobre sustentabilidade, incluindo as mudanças climáticas com todos os seus dilemas e incertezas inerentes, podem constituir um terreno fértil para a inovação educacional. O objetivo do BINE é encorajar os participantes a lidar como uma comunidade de aprendizes com informações sobre desenvolvimento sustentável (DS) e educação para o desenvolvimento sustentável (ESD). Um elemento importante do curso é a reflexão sistemática da inovação na própria prática no contexto de um estudo de investigação-ação. Os resultados gerais da avaliação do curso mostraram que o curso BINE oferece uma estratégia instrucional e de aprendizagem adequada para que os participantes construam o significado das questões complexas de SD e EDS por meio da investigação, reflexão e troca em grupos de aprendizagem focados em exemplos concretos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação para o Desenvolvimento Sustentável, Desenvolvimento Profissional de Professores, Investigação-Ação.

RESUMEN | El carácter La naturaleza interdisciplinaria, así como la relevancia presente y futura del debate sobre la sostenibilidad, incluido el cambio climático con todos sus dilemas e incertidumbres inherentes, pueden constituir un terreno fértil para la innovación educativa. El objetivo de BINE es alentar a los participantes a tratar como una comunidad de estudiantes con información sobre desarrollo sostenible (DS) y educación para el desarrollo sostenible (EDS). Un elemento importante del curso es el reflejo sistemático de la innovación en la propia práctica en el contexto de un estudio de investigación acción. Los resultados generales de la evaluación del curso han demostrado que el curso BINE ofrece una estrategia de instrucción y aprendizaje adecuada para que los participantes construyan el significado de los temas complejos de DS y EDS mediante la investigación, la reflexión y el intercambio en grupos de aprendizaje centrados en ejemplos concretos.

PALABRAS CLAVE: Educación para el Desarrollo Sostenible, Desarrollo Profesional Docente, Investigación Acción.

1. SUSTAINABLE DEVELOPMENT

As Irina Bokova, former Director-General of UNESCO said “There is no more powerful transformative force than education – to promote human rights and dignity, to eradicate poverty and deepen sustainability, to build a better future for all, founded on equal rights and social justice, respect for cultural diversity, international solidarity and shared responsibility, all of which are fundamental aspects of our common humanity” (UNESCO, 2015).

A sustainable society will only be achieved through a social process of searching, learning and shaping. It is critical to organise this process in a way that allows different conceptions and interests to be contributed in a constructive manner.

The phenomenon of climate change is full of uncertainties in terms of adequate actions and relevant societal developments. In the climate-change debate, “resilience” and “adaptability” are discussed as characteristics of systems and their ability to deal with uncertainties. On the other hand, resilience is also a psychological and pedagogical concept which describes the ability to deal with, adapt to, and critically reflect upon uncertain situations (Berkes & Turner 2006; Nelson 2011). Therefore, one goal of educational processes dealing with climate change is to support people in becoming more resilient so that they can handle uncertain situations in a productive way (Tauritz, 2016, 2019) argues for a pedagogy for uncertain times which includes resilience as a central concept.

Like human rights, sustainable development may be regarded as a “regulative idea”, which inspires social learning and shaping processes. The notion of a regulative idea is derived from the German philosopher Immanuel Kant and may be understood as an epistemological construct. Kant (1787, 1956, p.123) writes: “In this way, the idea is nothing but a heuristic and non-ostensive notion and indicates not how an object is constructed, but how we, guided by it can explore how the objects of our experience are made up and linked to one another”¹. Regulative ideas thus help us to organise our knowledge and to link it systematically with normative elements. Regulative ideas can also be understood as “pre-concepts” (Dewey, 2011; Schütz, 2013) without which no reasonable question can be asked, and no problem identified. Therefore, uncertainty is a constituent element of this regulative idea and allows us to reach consensus in an ongoing process of negotiations (Berger & Luckmann, 2005). In terms of sustainability, this implies that the contradictions, moral dilemmas and conflicting targets inherent in a “regulative idea” need to be constantly re-negotiated in a process of discourse between participants in each and every concrete situation.

The interdisciplinary nature as well as the present and future relevance of the sustainability debate - with all its inherent dilemmas, uncertainties and confusions - may constitute fertile ground for educational innovation. It is of utmost importance to address the challenge of the vast complexity which results from sustainability issues and its related uncertainties, to retain a capacity for action, without lapsing into simplistic dogmas. While, on the one hand, sustainability issues are used as a vehicle for emancipatory education (Hentig, 1985), they are also meant to trigger concrete sustainable social development processes. This implies a great challenge but also has considerable potential to enhance education for sustainable development (Rauch, 2018).

¹ The German quote was translated by the authors of this article.

Sustainable development education means treating questions in concrete fields of action (like climate change) regarding how the future can be organised in a sustainable way. This includes detailed observation, analysis, assessment and organisation of a concrete situation in terms of creative and cooperative processes. Reflected action competences – and not blind action or unreflected patterns of action – is a main objective of learning (Aebli, 1980). Ecological, social, economic and political dimensions can be starting points (Rauch, 2016). A crucial prerequisite for the development of instruction and schools in the sense mentioned above is a teacher training which allows for these principles. For this aim, the course BINE was initiated.

2. ACTION RESEARCH AS RESEARCH-BASED PROFESSIONAL DEVELOPMENT

Competent, professional action in complex situations requires concomitant learning and reflection processes as a *sine qua non* (Bourdieu, 1979). Inversely, professional learning requires the experience of acting in complex practical situations. From this angle, professional action and professional learning coincide in one stream of action. While the emphasis of specific actions may be graduated, they are not different actions per se. As professional learning happens in practical situations, which in turn is seen to require reflection and further development, knowledge and skill development go hand in hand with practical situational development (Dewey, 2011). Another major concern, therefore, is strengthening professional self-awareness among participants, e.g., through a better understanding of their own strengths and development potentials. Such processes take place within a community of practice which is characterised, above all, by the cooperation of its members in developing knowledge, practice and identity (Wenger, 1999) through exchange, critical debate, and negotiation. If research in the context of practice is a core feature of professional competence, then professional in-service training must be built on this ability and contribute to its further development (Feldmann, Altrichter, Posch & Somekh, 2018).

Action research is to empower teachers and teacher groups to cope with the daily problems of classroom work by themselves, to carry out and assess innovations, e.g. to further develop their professional practice on a long-term basis. This is the primary aim which was captured in a succinct definition by John Elliott (1991, p.12) who stated that “action research is the study of a social situation with a view to improving the quality of the action within it”. It aims to feed practical judgement into concrete situations, and the validity of the 'theories' or hypotheses depends not so much on 'scientific' tests of truth as on their usefulness in helping people to act more intelligently and skillfully (Dewey, 2011; Peirce, Apel & Wartenberg, 1991). In action-research, 'theories' are not validated independently and then applied in practice. They are validated through practice. Moreover, it is designed as in-service training for practitioners to further develop their practical theories and their action competence by reflection and action on practice-related issues. Action research has a twofold aim: understanding (as a result of reflection) and development (as a result of action). Experience so far has shown that teachers can engage in action research and may achieve remarkable results. Ultimately, action research is designed to expand the collective knowledge of the profession (Berger & Luckmann, 2005) by formulating individual practice theories and proposing these as hypotheses requiring verification for debate among the peer group and, in a wider sense, to contribute to the further development of education research.

Quality criteria for the research process are not always easy to enforce. Often, the requirements as to data volume and analytical accuracy (required methodological input) for

written products are more exacting than teachers consider necessary for their practice decisions (e.g., subjective assessment of the experience of an action option). Moreover, the experience derived from a research process is deemed to foment an investigative, experimental attitude towards one's own professional practice, beyond the organisation of data and the writing process as tools for systematic reflection on a topic.

The debate, whether this descriptive and analytical activity of teachers qualifies as 'research', has been controversial (Altrichter, 1990). Given the impossibility of drawing a sharp line between scientific and common-sense analysis, the course leaders have adopted a pragmatic stance. The more systematic (e.g., the more based on already existing theoretical and methodological knowledge), self-critical (e.g., the more cautiously judgements are made and the more deviating data and interpretations are considered) and communicative (e.g., the more geared towards disclosing the process and the findings) the analysis, the more it deserves to be called research. In general, however, all results derived from the process of analysis remain provisional, 'hypothetical', and require further investigation by reflection and practical testing as an iterative circle of action research (Feldmann et al., 2018).

3. EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT MEETS ACTION RESEARCH

The authors assume that an educational concept such as Education for Sustainable Development corresponds strongly with the principles of action research. Both concepts define a reflexive shaping of society as a target perspective. Areas where action research has been applied since the 1970s contain participatory approaches to regional and rural development projects (Oehring, 1985). The idea of capacity building in cooperative processes draws on principles of action research, containing a connection of theory and practice, democratic relationships between planners, researchers and local experts and the strengthening of endogenous potentials (Hull 1982; Pretty 1998; Gagel 1994). Knowledge, development and empowerment are three central categories to which both action research and education for sustainable development refer. The central reference category in action research and education for sustainable development can be seen in a concept of learning that unfolds in an autonomous, networked and research reflective confrontation with the world. Learners explore and reflect on their own goals, points of view and strategies for action and are enabled to shape their own living environment in a self-confident and participatory way. Theory and practice are seen as interwoven and interrelated (Radits, Rauch, Soukup-Altrichter & Steiner, 2015).

4. THE BINE COURSE

4.1. History and concept of the BINE course

With the background of studies on the importance of school-based teacher education in the 1970s (Berman, Mc Laughlin, Bass-Golod, Pauly & Zellmann, 1978), a two-year course was developed at the University of Klagenfurt in the early 1980s for teachers of secondary academic schools (pedagogy and subject didactics for teachers - PFL).

The PFL programme anchored action research at the University of Klagenfurt (Altrichter, 1990) and slowly introduced it as a methodological core to the courses in the PFL program. The BINE course builds on the PFL program as well as on the research project UMILE - Environmental

Education in Teacher Education 1997-2000 (Posch, Rauch & Kreis, 2000; Steiner, 2005; Radits, Rauch, Soukup-Altrichter & Steiner, 2015), which was continued a few years later as the UMILE network. The BINE course has in turn developed from the UMILE network, which attempts to combine innovations in teacher education with research.

The BINE course takes up social change processes (globalization, mechanization, rationalization, flexibilization, etc.) and discusses their impact on the organization and design of learning and educational processes. Course participants acquire the know-how to deal with these social challenges, to understand the processes of change, to reflect on them and to integrate them into their daily pedagogical work or to anchor sustainable education in their training and further education concepts.

The ESD course is attended by teachers and teacher educators from primary to secondary level. The reasons for participation are both the interest in qualifying in the field of ESD and in the field of empirical research connected to practice. For some participants, the possibility that BINE offers the participation at a course with a Master's degree is also important.

The course (36 ECTS) is an in-service training for teachers in the form of seminars and working groups comprising five three-to four-day seminars, a seminar on research methods, a writing workshop and five workshops in 'regional groups'. The courses are held as blocks in different places in Austria. In the seminars, the contents are conveyed through presentations and inputs by the seminar leaders or by guest speakers (designated experts from educational, political, social and economic sciences) and then treated and deepened in group work, exercises and workshops. Working groups preferentially serve the exchange of experiences, the work on literature and the support of research work. They are organised as regional working-groups and lead by a member of the leadership team of BINE. In the action research project, the participants develop and investigate a project from their own practice according to the paradigm of action research. The work is supervised by a member of the leadership team.

The concept underlying the BINE course comprises (in line with the general characteristics of the PFL courses) some special characteristics (Rauch & Wallner, 2019; see table 1):

Table 1 - Characteristics of the BINE Course

Manageable size	The course is open to up to 30 teachers.
Long-term format	The course lasts for two years.
The professional institutions of the participants are the locations of learning	Besides more distanced settings as offered by seminars and regional groups, the time in between seminars, i.e., individual teaching practice as a location of learning, is explicitly integrated into the course concept.
Professional challenges as starting point	Current professional challenges connected to education for sustainable development as perceived by the participants are starting points for continuous development work. Practitioners select an issue from their own practice which they consider relevant for their work.
Research and development	It is the participants' core task to design a development project for their own teaching work. They plan, prepare and implement this project in the time between the seminars, scientifically monitor it under peer guidance by the regional groups and process the resultant findings into a case study. The participants acquire methodological and subject-specific know-how from contributions of the members of the course team, from experts who are invited to give input on specific (also subject-didactic) issues through relevant exercises (e.g., data collection and analysis).
Peer workshops	The participating teacher-researchers are encouraged to share the experiences derived from their development projects with their peers in the form of a mini-workshop and to present their findings to fellow participants at the seminars.
Support structure and development of a professional community	Through the seminars and regional groups, the action research carried out by individual teachers is embedded in a support structure. This structure provides scope for discussions on subject-related and methodological research problems, for critical feedback and support. The partners in the support process are researching teacher colleagues ('peer supervision') as well as members of the leading team who support the research process as 'critical friends'.

Based on the concept of the course two core questions might be formulated as follows:

- How can a suitable balance in the course design be found between participatory and self-determined work of the participants on the topics of ESD and yet a sufficient degree of uncertainty and thus a questioning of previous practice be achieved through the confrontation with the wealth of topics, concepts and methods of ESD?
- How can action research support learning between challenging, reflection and action?

4.2. Examples of action research studies by participants of the BINE course

The participants are supported by the course team in the planning and implementation of the action research project. An essential resource also comes from the participants themselves who take on the function of "critical friends" in several feedback loops and thus further develop their project with collegial support. The research process is documented in an action research study. The course and studies of the participants have been published several times (Steiner, Rauch & Felbinger, 2010; Rauch, Steiner & Radits, 2010; Rauch & Steiner, 2015; Radits, Rauch, Soukup-Altrichter & Steiner, 2015; Radits, 2019). Short summaries of three examples of action research studies produced in the latest course illustrate the range of topics investigated by participants.

One participant introduced a project on awareness-building for regional food production that she elaborated together with teachers and pupils from a school in Valle del Guarco, Costa Rica. Drawing upon the theory of inquiry-based learning (Dewey, 1938; Kolb, 2015), the author shaped a learning environment based upon the mapping of regional food producers and their products. This setting formed the groundwork for the question, which transformations in the knowledge on regional food production could be observed with pupils due to mapping activities. The author raised the question if evidence for a change in the participants' behavior regarding alimentary habits could be observed too. These questions were investigated through questionnaires, group interviews and observations before, during and after the project. Results indicated an increased knowledge on production and processing of regional food, as well as improved awareness of the importance of regional food production for the social, economic, ecological and cultural dimensions of sustainable development. However, concerning the pupils' nutrition habits, no considerable changes could be detected. From these findings the author draws the conclusion that changes in habits require long-term involvement in a topic and strong intrinsic motivation. Apart from that, the methodology of self-organised, experience-based research stands out as an example for encouraging and supporting young people in developing their individual power of judgement (Villarreal, 2018).

Another study examined the state of the art of Education for Sustainable Development at Austrian Technical Colleges (Secondary Upper Schools). It outlined the everyday understanding of sustainable development among teachers and students and the gap between international goals and findings and the assessment of the situation at Technical Colleges in Austria. With qualitative and quantitative methods (interviews and questionnaires), the author investigated what teachers and students perceive as the most promising way to implement ESD at Technical Colleges. The results of the study offer concrete measures and necessary structural developments to be able to gain a new perspective on education in the context of the grand challenges (e.g.,

climate change). The author discusses the potential and constraints of different models to implement ESD in the curriculum like single subjects and cross-curricular conceptions. This includes new roles and tasks for the responsible educational authorities, school management, teams of teachers, students, school networks, universities and colleges. A working group lead by the author of the study was established at the Austrian Ministry of Education to discuss these issues and develop a concept to implement ESD at Technical Colleges (Postner, 2019).

The third example refers to a pre-service primary teacher training course on ESD at a University for Teacher Education (Hesse, 2018). Starting from a review of literature on educational objectives regarding ESD in primary schools, the author designed a course concept, which integrates topics, didactic strategies and methodologies in the field of ESD. The course's goals are the elaboration of learning materials and learning settings by the students. The action research focused on self-regulated learning processes and open learning-designs. Therefore, the author as a teacher educator experiments with instruments and tools supporting self-assessment in steering individual work and learning processes. Results underline the assumption that uncertainties with self-regulated and open-ended learning processes not only can be handled better by learners, but also stimulate reflection on individual learning processes due to the provided instruments. Within a broader context, the presented learning design introduces students to an action-research-based approach to teaching, linking project-based learning with systematic reflection of the learning processes. Hence, the project addresses core competences in teachers' training dealing with issues of sustainable development.

5. ACCOMPANYING EVALUATION OF THE BINE COURSE

All five BINE courses conducted so far have been evaluated (internal seminar evaluation and external course evaluation). The internal evaluation was partly formative. The results of the questionnaires and oral feedback after every seminar contributed to the development and redesigning of the subsequent seminars, so the course was and is in constant development and adaptation according to specific interests and needs of the participants. Even during the individual seminars, the leading team gathered feedback from participants to amend the design of the course. The external evaluation at the end of the complete course of study was carried out by researchers from the University of Klagenfurt (Wallner, 2014, 2018).

For the latest course (2016-2018), 11 people were interviewed in total, which means that 50% of the participants of this course were covered. Nine women and two men took part in the interviews. Contact with the course participants was established through the regional group leaders. The people involved volunteered for the interviews which were conducted between June and July 2018. All interviews were recorded electronically and lasted between 35 and 70 minutes. The interviews were structured by a question guideline, which included three groups of questions: (1) questions on the course concept, (2) on learning outcomes and (3) recommendations for further development of the course. The interviews were transcribed literally. The evaluation was carried out descriptively according to category-led content analytical criteria (Mayring, 2015). The quotations follow a letter and number code.

5.1 Selected findings

In the following section, selected findings on the learning processes of the participants in the areas of ESD, Action Research and the structure of the BINE course will be presented.

5.1.1 Education for Sustainable Development

With respect to ESD, the heterogeneity of the participants is also reflected in the learning experiences with ESD in the course. Participants, who came to the course with little previous experience, were surprised by the complexity of the topic. For some participants, this complexity conflicts with the desire for a clear definition or “a solution”: “On the one hand, it was often confusing because you thought there was simply no solution...” (GI1), or “...so I think that the term ESD is still very abstract...only a few pick it up. Education for sustainable development is also difficult to explain, and for me there is now a lot of content and somewhere there is a big sack with a lot inside” (GI1).

For one participant, the background knowledge imparted helped to develop an appropriate attitude: “...and it is just an attitude. You have a basic feeling about it, but what is behind it is then more difficult to explain, but it has become clearer to me in any case. I like these principles like value-orientation, participatory, critically reflective, topics that simply concern our future in relation to the Sustainable Goals” (GI1).

The process-orientation of ESD was also mentioned: “I think basically the whole thing is a process, because you never achieve sustainability as a status once” (EI5). Another participant believes that ESD through environmental issues falls too short. One should look more closely at societal, economic, and social framework conditions: “I consider the question of economy and the critical approaches and perspectives to be a key area if you deal with these issues” (EI6). It is important, “...if I want to solve the ecological problems, it would be important to me to recognize the global economic framework. How is it with our debt investment model? What kind of dynamics arise from it? What does work mean, what does participation mean? What does nutritional justice or distributional justice mean?” (EI6). Another participant argues in the same direction. Using the example of the topic of oil, which was addressed in the input on economy in the last seminar of the course, she stated that she would have liked the three pillars - ecology, economy, social issues - to interact and to clarify more clearly: “What is the impact on the social level if we assume that oil, an economic resource, is becoming scarce. What can it do? What effects does it have at the environmental level? How do the three pillars interact with one another?” (EI4).

5.1.2 Benefits of Action Research

The evaluation data provide indications that participants are acquiring know-how for the systematic reflection of their own practice combined with knowledge on how this can be improved. A quote from the interviews: “That's what I took away from the ESD course ... that a research project that is too big will never be finished ... [and] that I am able to handle a research project independently, to know which step to take ... Knowing how to approach things, the beginning is always the most difficult thing (laughs). ... The leading team also really made me want to do research and enjoy it and have fun doing it.” (EI6)

A graduate of the BINE (Unterthiner 2015) course vividly summarizes his experiences with action research in the course in a personal reflection. He provides information on the

opportunities for participation and includes a critical view of the past research process in addition to the presentation of the insights gained in the sense of cyclical work. The cyclic character not only links theory and practice, but also provides further learning, action and development. The participant wrote in his study:

“In retrospect, action research was very enriching. In particular, the ongoing keeping of a research diary, in which pupil statements and important observations were regularly noted and recorded, made valuable contributions to my thesis. The written feedback was important in order to record the current status quickly and easily [...] The interviews conducted were also very valuable, and the data obtained from the pupils' statements gave a clear picture of their understanding. The personal conversation via short interviews with my students on their involvement in the discussion of the subject matter especially was very valuable to me. The results of this action research will be passed on to the headmaster after the final thesis has been submitted. I hope that some of the findings will be taken into account for sustainable teaching and learning at our school. For me personally, the results of this action research are very important as I would like to incorporate elements of them into my lessons in the future. My action research also clearly shows that sustainable teaching and learning can only take place by involving pupils so that so-called "bulimia learning" can and will finally be a thing of the past” (Unterthiner 2015, p.13)

5.1.3 Challenges of Action Research

The methodology of action research was largely unknown to many participants. Most of the participants also had little experience with scientific inquiry. However, inquiry is increasingly demanded as a competence in the profession of the participants. As a special experience, one participant stated that she had learned with her own research project how "action research feels" (EI4) and the joy to have successfully mastered the research process, even if it was sometimes difficult. Scientific inquiry is a challenge for many participants. As one participant stated: "Research takes time and even regressions are allowed. Research questions and goals and hypotheses can also be overturned and...that not everything is already carved in stone" (EI4). It was important to experience "that one can also fail..." (GI2). From these statements it becomes clear that the participants perceive themselves as researchers, and that they are on the one hand proud and on the other hand relieved that they can also fulfil this role. "Ultimately, the experience of being able to research successfully strengthens the self- confidence" (GI4).

5.1.4 Supporting Structures

From the participants' point of view, the research process was supported not only by the supervision of the course team but also by the regional groups, which were characterized by mutual trust and great openness. Being integrated into a group / community, the participants experienced a new quality in work processes. "I had the feeling of finding like-minded people who are not always there as a matter of course in my environment" (HI2). The participants also emphasized the respectful interaction. They perceived positively that "actually all speakers and lecturers show interest to support us and their e-mail addresses have always been given to us, and we actually have the possibility ... to use their knowledge" (GI5).

Being integrated into a community and appreciative interaction at eye level, in which not only the participants but also the teachers are involved, are essential process elements in the BINE course. Both are mutually dependent because only a respectful climate enables a

community to emerge in which the quality of exchange and reflection enables learning processes for all participants.

The participants also appreciated that they themselves "got a space in the course and that we also used it" (HI4). They thus address the principle of participation applied in action research. In concrete terms, this means that participants are encouraged / invited to make their own contributions, e.g., in the form of mini workshops. The roles of "teacher and learner become blurred in this setting, so that it is better to speak of a learning system in which a common reality between the course participants and the course leaders might develop.

This principle is also applied in the regional groups. The focus here is on the collaborative process of (further) development of the action research studies. The members of the regional group present their research projects to each other and receive feedback from the "critical friends" in the group. The intervention in such settings consists primarily in providing a learning space in which the described learning processes are stimulated. In addition to conveying content (inputs), the members of the leading team here largely take on an advisory and supervising function. In the evaluation, the participants are very satisfied with the supervision, especially with the appreciation by the course team. They also mention positively that the leading team makes great efforts to take up the participants' questions and to provide further feedback and suggestions for further work.

Participants consider networking as an essential aspect for sustainable learning. They believe that during the two years the course lasts, "really good networking with the participants could develop" (GI1), and contacts have been made throughout Austria. In this context, they also mention the regional groups in which regional networks are created, again through intensive cooperation, which can also be used beyond the course. They would find it exciting if a "BINE network" would emerge that would last beyond the end of the course. The lecturers "have already laid the groundwork for us to network by showing interest in the participants and by passing on their contact details, which enable them to stay in touch" (HI3).

The course was an occasion for the participants to look more closely at their own teaching process: "how I teach, what my focus is, where my topic lies" (HI5). It offered many suggestions for the transfer of what has been learned in the course into the working practice of the participants. The participants find that they have received comprehensive tools (methods, thematic inputs, background theories, argumentation aids) that enable them to carry out these transfers. In the seminars and regional groups, the courses offer opportunities to work on and reflect on practice-relevant topics outside the everyday school context in a protected area. As desideratum for a next course, some participants claimed that in order to establish education for sustainable development in the long run in teaching and schools, the systemic dimension should also be given even greater consideration in the course.

6. SUMMARY AND OUTLOOK

Based on the concept of the course and findings, two core questions might be formulated as follows:

- How can a suitable balance in the course design be found between participatory and self-determined work of the participants on the topics of ESD and yet a sufficient degree of

uncertainty and thus a questioning of previous practice be achieved through the confrontation with the wealth of topics, concepts and methods of ESD?

- How can action research support learning between challenging, reflection and action?

The results of the evaluation according to the first question show that research-based inquiry and learning on the concepts of ESD challenges participants to a certain degree due to the complexity of the ESD discourse. But it seems that the course also offers enough space for more in-depth reflections. The BINE course as a community of learners in a climate of trust and openness might be a fostering context. It seems that a balance of provocation and support on slippery terrain and rescue tools are elements of a dynamic didactical design.

The courses increase self-esteem and self-confidence, thus increasing the willingness and ability to self-criticize and to accept criticism from "critical friends" in participative research processes. Participants can learn in an anxiety-free space how to deal constructively with irritation, criticism, both actively and passively (criticizing and accepting criticism). This is made possible by a confidence-building climate in the courses and supports improvement of action competence and the ability to manoeuvre. Beyond that, to elaborate one's own project seems to contribute to self-assurance.

In relation to the action research element of the courses, it seems that the systematic collection of data (within the framework of action research projects) and the writing of a case study are regarded as strenuous. Finally, to a large extent, they are strongly conducive to learning. However, this insight generally only seems to emerge after some writing experience.

The statements of the participants about the learning gained and the competences acquired in the course are very much in line with the course objectives. They are a valid proof that a training programme based on action research can promote professional development for ESD. All participants interviewed considered the course structure with seminars, working groups and research projects as well as the change of settings between large groups / plenum and phases in smaller groups to be successful and effective.

A high degree of professionalization is achieved through the intensive reflections on one's own role expectations and requirements combined with the mediation of content-related and methodological tools. Development of a "systemic" perspective as well as practical experience in acting within a complex system, such as one's own institution, are further aspects that are addressed within the course setting and that may contribute to comprehensive learning processes. The connection to teaching activities means strong practical relevance. A high transfer potential is ascribed to the courses.

The results show that the systematic collection of data (within the framework of action research projects) and the writing of a study are regarded as strenuous but conducive to learning. Furthermore research-based inquiry and learning on the concepts of ESD provokes participants to a certain degree due to the complexity of the ESD discourse. While provocation raises awareness for the uncertainties and dilemmas that characterize sustainable development and ESD, tools on an intellectual level (e.g. information, methodical inputs) as well as on an emotional level (e.g. support and empowerment by critical friends) provide orientation and direction. Both levels complement each other and form a framework for holistic and integrated learning processes. The BINE course, as a community of learners in a climate of trust and openness, might create a supportive context for deepening understanding. It seems that a balance of provocation

and support as elements of a dynamic didactical design offers space for more in-depth reflections (Rauch, Steiner & Kurz 2021).

At the moment, current international and national developments (like the Sustainable Development Goals, the Global Action Plan, the Climate Crises and Fridays for Future Movement) support the implementation of ESD in schools and in teacher education. The BINE course will be further developed based on the results of the evaluation and will be offered as a joint programme of Universities in Austria.

REFERENCES

- Aebli, H. (1980). *Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. 1: Kognitive Aspekte der Handlungstheorien*. Klett-Cotta-Verlag.
- Altrichter, H. (1990). Ist das noch Wissenschaft? Darstellung und wissenschaftstheoretische Diskussion einer von Lehrern betriebenen Aktionsforschung. Profil.
- Apel, K. & Peirce, C. S. (1991). *Schriften zum Pragmatismus und Pragmatizismus: Herausgegeben von Karl-Otto Apel. Übersetzt von Gert Wartenberg (suhrkamp taschenbuch wissenschaft)* (2. Aufl.). Suhrkamp Verlag.
- Berger, P. B. & Luckmann, T. (2005). Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. *Fischer-Taschenbuch-Verl. eBooks*. <https://doi.org/10.17877/de290r-17113>
- Berkes, F. & Turner, N. J. (2006). Knowledge, Learning and the Evolution of Conservation Practice for Social-Ecological System Resilience. *Human Ecology*, 34(4), 479–494. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9008-2>
- Berman, P. S. (1977). Federal Programs Supporting Educational Change, Vol. VII: Factors Affecting Implementation and Continuation. *Rand Corporation*.
- Bourdieu, P., Pialoux, C. & Schwibs, B. (1979). *Entwurf einer Theorie der Praxis: auf der ethnologischen Grundlage der kabyliischen Gesellschaft (suhrkamp taschenbuch wissenschaft)* (6. Aufl.). Suhrkamp Verlag.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Ed. 1997. Touchstone.
- Elliott, J. (1991). *Action research for educational change (Developing Teachers and Teaching Series)*. Open University Press.
- Feldman, A., Altrichter, H., Posch, P. & Somekh, B. (2018). *Teachers Investigate Their Work: An Introduction to Action Research Across the Professions*. Routledge.
- Gagel, D. (Ed.). (1994). *Aktionsforschung und Kleingewerbeförderung: Methoden partizipativer Projektplanung und -durchführung in der Entwicklungszusammenarbeit*. Köln: Weltforum-VerlagsgesellschaftgmbH für Politik & Auslandskunde.
- Hentig, H. V. (1986). *Die Menschen stärken, die Sachen klären: Ein Plädoyer für die Wiederherstellung der Aufklärung (Reclams Universal-Bibliothek)*. Reclam.
- Hesse, A. (2018). Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Primarstufenausbildung. Konzeption und Evaluierung einer Lehrveranstaltung an der Pädagogischen Hochschule. In: F. Radits, (Ed.). Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Lehrer- und Lehrerinnenfortbildung (Teil 2). Rational und Studien aus dem Universitätslehrgang BiNE 2016-2018. *Open Online Journal for Research and Education, Special Issue 16*. <http://journal.ph-noe.ac.at>
- Hall, B. L. (1982). Participatory research, popular knowledge and power. *IFDA Dossier*, 31, 31–42.
- Kant, I. (1956). *Kritik der reinen Vernunft*. Felix Meiner Verlag.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development* (2 ed). Pearson Education (US).
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Beltz.

- Nelson, D. J. (2011). Adaptation and resilience: responding to a changing climate. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(1), 113–120. <https://doi.org/10.1002/wcc.91>
- Oehring, E. (1985). *Action learning. A methodology for entrepreneurial development in small enterprises in Costa Rica*. Manuscript.
- Oelkers, J., Dewey, J. & Hylla, G. U. (2011). *Demokratie und Erziehung: Eine Einleitung in die philosophische Pädagogik (Beltz Taschenbuch / Essay, 57)* (5. Aufl.). Beltz.
- Posch, P., Rauch, F., & Kreis, I. (2000) (Eds.). *Bildung für Nachhaltigkeit. Studien zur Vernetzung von Lehrerbildung, Schule und Umwelt*. StudienVerlag.
- Postner, A. (2019). Bildung für Nachhaltige Entwicklung - Flächendeckend oder Zufällig? In F. Radits, (Ed.) Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Lehrer- und Lehrerinnenfortbildung (Teil 2). Rational und Studien aus dem Universitätslehrgang BiNE 2016-2018. *Open Online Journal for Research and Education, Special Issue 16*. <http://journal.ph-noe.ac.at>
- Pretty, J. (1998). Participatory Learning in Rural Africa: Towards Better Decisions for Agricultural Development. *Environment & policy*. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5330-0_19
- Radits, F. (2019). Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Lehrer- und Lehrerinnenfortbildung (Teil 2). Rational und Studien aus dem Universitätslehrgang BiNE 2016-2018. *Open Online Journal for Research and Education, Special Issue 16*. <http://journal.ph-noe.ac.at>
- Radits, F., Rauch, F., Soukup-Altrichter, K. & Steiner, R. (2015). Aktionsforschung trifft Bildung für Nachhaltige Entwicklung und verändert Pädagogische Hochschulen. *R&E-SOURCE*. <http://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/download/224/232>
- Rauch, F. (2016). Networking for education for sustainable development in Austria: the Austrian ECOLOG-schools programme. *Educational Action Research*. <https://doi.org/10.1080/09650792.2015.1132000>
- Rauch, F. (2018). The Austrian ECOLOG-schools Programme: Participation for Education for Sustainable Development? *Building Bridges Across Disciplines for Transformative Education and a Sustainable Future*, 153–162.
- Rauch, F. & Steiner, R. (2015). BINE: Professional development ESD course for higher education teachers, Austria. In D. Kapitulcinova, J. Dlouha, A. Ryan, J. Dlouhy, A. Barton, M. Mader, D. Tilbury, I. Mula, J. Benayas, D. Alba, C. Mader, G. Michelsen & K. Vintar Mally (Eds.), *Leading Practice Publication: Professional development of university educators on Education for Sustainable Development in European countries* (114-119). Prague: Charles University in Prague.
- Rauch, F., Steiner, R. & Kurz, P. (2021). Case Study University Course „Education for Sustainable Development – Innovations in Teachers Education and Schools“ (BINE): Action Research and Climate Change. *Educational Action Research Journal*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09650792.2021.1971098>
- Rauch, F., Steiner, R. & Radits, F. (2010). Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BINE): ein Instrument zum Aufbau von Forschungskompetenz an Pädagogischen Hochschulen. *Erziehung & Unterricht* 160(1-2): 92-96.
- Rauch, F., & Wallner, B. (2019). Innovationen durch Aktionsforschung in partizipationsorientierte Universitätslehrgängen: In M. Ukowitz, & R. Hübner (Eds.), *Interventionsforschung. Band 3. Wege der Vermittlung. Intervention – Partizipation* (207 - 226). Springer.
- Schütz, A. (2013b). *Der sinnhafte Aufbau der sozialen Welt. Eine Einleitung in die verstehende Soziologie* (1932. Aufl.). Springer.
- Steiner, R. (2005). UMILE – Analyse eines Netzwerkes zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung. In F. Radits, F. Rauch & U. Kattmann (Eds.), *Gemeinsam Forschen – Gemeinsam Lernen. Wissen, Bildung und Nachhaltige Entwicklung* (133-150). StudienVerlag.
- Steiner, R., Rauch, F. & Felbinger, A. (Eds.). (2010). *Professionalisierung und Forschung in der LehrerInnenbildung - Einblicke in den Universitätslehrgang BINE*. FORUM Umweltbildung.
- UNESCO (2015). *Rethinking education. Towards a global common good*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232555>

- Tauritz, R. L. (2016). A pedagogy for uncertain times. In: Lambrechts, W. and Hindson, J. (Eds.). *Research and Innovation in Education for Sustainable Development. Exploring collaborative networks, critical characteristics and evaluation practices*. Environment and School Initiatives - ENSI.
- Tauritz, R. (2019). Certain you're not sure? An inquiry into pedagogical strategies for teaching children how to manage uncertain knowledge about sustainability challenges. *Environmental Education Research*, 25(10), 1582–1583. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1632268>
- Unterthiner, C. (2015). Partizipation von Schülerinnen und Schülern an der Unterrichtsplanung im Unterrichtsfach „Politische Bildung“ an einer Tiroler Fachberufsschule. In F. Radits, (Ed.). *Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Lehrer- und Lehrerinnenfortbildung (Teil 2)*. Rational und Studien aus dem Universitätslehrgang BiNE 2016-2018. *Open Online Journal for Research and Education, Special Issue 16*. <http://journal.ph-noe.ac.at>
- Villarreal, L.R. (2018). *Kartierung der regionalen Produktion in Valle del Guarco (Guarco Tal, Cartago) in Cosa Rica*. Studien im Rahmen des Lehrgangs BINE.
- Wallner, B (2014). *Universitätslehrgang Bildung für Nachhaltige Entwicklung – BINE 2012 - 2014. Auswertung der Gruppendiskussionen, Manuskript*. IUS.
- Wallner, B (2018). *Universitätslehrgang Bildung für Nachhaltige Entwicklung – BINE 2016 - 2018. Auswertung der Interviews, Manuskript*. IUS.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity (Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives)*. Cambridge University Press.

EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN PRIMARY EDUCATION - DEMAND AND REALITY IN STYRIAN ELEMENTARY SCHOOLS

EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO ENSINO PRIMÁRIO - PROCURA E
REALIDADE NAS ESCOLAS PRIMÁRIAS DA ESTÍRIA

EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA ENSEÑANZA PRIMARIA: DEMANDA Y
REALIDAD EN LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE ESTÍRIA

Nina Hoheneder

University College of Teacher Education Styria, Austria

nina.hoheneder@phst.at

ABSTRACT | Education that supports people in making their contribution to a sustainable future is a critical part of worldwide discussions. Learners should be equipped with tools to face today's challenges and be enabled to make responsible decisions. The question of whether teaching at primary level meets this requirement is discussed in this paper. 176 pupils and seven teachers at five Styrian primary schools were surveyed based on questionnaires and guided interviews regarding their views and knowledge about sustainability-related learning contents. The data show that sustainability-related learning exists, but still there is a strong need to avoid a mere normative and one-sided approach. The paper concludes with recommendations intended to outline the general steps necessary for developing a successful Education for Sustainable Development (ESD). Adequate teacher training and the adaptation of curricular requirements at all educational levels are discussed in this context.

KEYWORDS: Sustainability, Primary school, Transformative learning, Emancipatory learning.

RESUMO | A educação que apoia as pessoas a dar a sua contribuição para um futuro sustentável é uma parte crítica das discussões mundiais. Os aprendentes devem estar equipados com ferramentas para enfrentar os desafios atuais e ser capacitados para tomar decisões responsáveis. A questão de saber se o ensino ao nível primário satisfaz este requisito é discutida neste documento. 176 alunos e sete professores de cinco escolas primárias da Estíria foram inquiridos com base em questionários e entrevistas orientadas relativamente às suas opiniões e conhecimentos sobre conteúdos de aprendizagem relacionados com a sustentabilidade. Os dados mostram que a aprendizagem relacionada com a sustentabilidade existe, mas ainda há uma forte necessidade de evitar uma abordagem meramente normativa e unilateral. O documento conclui com recomendações destinadas a delinear os passos gerais necessários para o desenvolvimento de uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) bem sucedida. A formação adequada de professores e a adaptação dos requisitos curriculares a todos os níveis de ensino são discutidas neste contexto.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Escola primária, Aprendizagem transformadora, Aprendizagem emancipatória.

RESUMEN | Una educación que ayude a las personas a contribuir a un futuro sostenible es una parte fundamental de los debates mundiales. Hay que dotar a los alumnos de herramientas para afrontar los retos actuales y capacitarlos para tomar decisiones responsables. En este artículo se analiza si la enseñanza primaria cumple este requisito. 176 alumnos y siete profesores de cinco escuelas primarias de Estiria fueron encuestados mediante cuestionarios y entrevistas guiadas sobre sus opiniones y conocimientos acerca de los contenidos de aprendizaje relacionados con la sostenibilidad. Los datos muestran que el aprendizaje relacionado con la sostenibilidad existe, pero sigue siendo muy necesario evitar un enfoque meramente normativo y unilateral. El documento concluye con recomendaciones destinadas a esbozar los pasos generales necesarios para desarrollar con éxito una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). En este contexto, se debaten la formación adecuada del profesorado y la adaptación de los requisitos curriculares en todos los niveles educativos.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, Escuela primaria, Aprendizaje transformador, Aprendizaje emancipador.

1. INTRODUCTION

Sustainability, which is not only relevant in times of crisis, has become more and more present in people's minds and discussed in media within the last years. The term "sustainability" can no longer be ignored nor seen as something that is relevant for only a few people who are directly involved. At the same time, it is a term that entails many different approaches, among others at an emotional level. Accordingly, it is a huge challenge for society, politicians and the economy to recognize sustainable development as essential. What is clear is that education can be seen as an important key for achieving goals leading to a livable future (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2020, p. iii; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2021). Thus, the concept of education for sustainable development (ESD) is one of the most necessary steps which need to be taken. We are at a point where sustainability education can no longer be excluded from school curricula. Rather, it needs to be an obligatory part of everyday classes, even if school is not the only place to learn about living a sustainable lifestyle.

Up until the renewal of the Austrian primary school curricula, which will be implemented in 2023/24, sustainability itself was not specifically mentioned. Therefore, neither in lessons nor everyday school life, does sustainability seem to be as important as, for example, Mathematics or German. This can be supported by the fact that sustainability-related topics like consumer education or environmental education are only part of the so-called teaching principles. These principles are not characterized by clear mandatory teaching requirements, which could lead teachers to be reluctant to implement them. Depending on the teachers' approach and dedication, sustainability as learning content is seen either as important or as negligible. This decisively influences the quality and outcome of sustainability education.

The following research questions were addressed:

1. To what extent is the Austrian elementary school curriculum designed for sustainability learning?
2. How is education for sustainable development implemented in Styrian elementary schools and which sustainability-related learning contents are dealt with in the school context?
3. Which knowledge and which pre-concepts do pupils have regarding sustainability in general?
4. What approach and knowledge do teachers have concerning education for sustainable development?
5. What courses of action arise for education for sustainable development at the primary level and how do these seem to be reflected in current developments?

2. LITERATURE REVIEW

The concept of sustainability is already well known due to its presence in various media as well as due to the increased attention paid to this topic on an economic level. Nonetheless, forming a clear definition of the term sustainability is quite difficult (Zimmermann, 2016, p. 2). The most common definition of the term sustainability, on which the presented work is based on, refers to the balance in the satisfaction of the needs of present and future generations:

“Sustainable development meets the needs of present generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (United Nations, 1987, p. 37; Pufé, 2014). When implementing this guiding principle on a local to global level, the ecological, economic and social dimensions should be considered all together. For sustainable development and a livable future, this approach is fundamental and therefore needs to be understood not only by educators, consumers or children but also by politicians, economists and producers.

In this context, it is also important to mention the United Nations 2030 Agenda, with its 17 sustainable development goals (SDGs). This agenda was adopted by all United Nations member states in 2015 and provides a concept for peace and prosperity for present and future generations as well as for the planet. All 17 SDGs are interlinked and for their compliance education is considered fundamental (United Nations, 2019).

2.1 Education for sustainable development (ESD) and its demand

ESD describes the pedagogical approach of making the concept of sustainability understandable to learners and contributing to the development of sustainable ways of thinking and behaving. Leicht et al. (2018, p. 7) define ESD as follows: "Education that encourages changes in knowledge, skills, values and attitudes to enable a more sustainable and just society for all. ESD aims to empower and equip current and future generations to meet their needs using a balanced and integrated approach to the economic, social and environmental dimensions of sustainable development."

Education plays an important role in terms of 2030 Agenda: In SDG 4 (“Quality Education”), inclusive and equitable quality education should be ensured and lifelong learning opportunities for all should be promoted (United Nations, 2016). Furthermore, the UNESCO (2020, iii) emphasizes that ESD directly supports the compliance of the SDGs and therefore to reach the general aims of 2030 Agenda. Accordingly, this can be seen as one essential demand for ESD.

Consequently, ESD aims to empower and equip learners to meet their needs using a balanced and integrated approach to the economic, social and environmental dimensions of sustainable development. However, it is important to avoid exclusively presenting students with normative, moralistic concepts. Rather, students should be encouraged to make their own meaning from information, to independently and critically consider learning content, to form opinions or to find solutions to ecological, economic or social challenges. According to various authors (Vare & Scott, 2007; Kowasch & Lippe, 2019, p. 4f), this emancipatory approach is more motivating and thus also more effective. Especially when it comes to educating learners to become responsible, self-determined, (consumption-) conscious and critical citizens.

An equally significant aspect of ESD is competence-oriented learning. The terms competencies and sustainability as well as competency orientation and ESD are inextricably linked. This is due to the fact that learning about sustainability always tries to achieve the application of knowledge and not only to transfer it. Thus, some authors, such as OECD emphasize this important connection. For them “sustainable development and social cohesion depend crucially on the competencies of the entire population - where the term 'competencies' encompasses knowledge, skills, attitudes and values" (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2005, p. 6).

In the context of ESD, Scheppach (2014, p. 20) also emphasizes the importance of imparting competencies on both an emotional and an action-oriented basis, in addition to imparting knowledge. Scheppach (2014, p. 20) also refers to the development of partial competencies by de Haan et al. (2008, p. 188) and the OECD (2005). De Haan et al. (2008, p. 188) have elaborated twelve sub-competencies for the key competencies developed by the OECD (2005) and speak in this context of a competence-oriented education for sustainable development. These considerations are often-cited in the (research) field of ESD, especially in the German-speaking arena. For instance, according to de Haan et al. (2008, p. 188), some of the key skills learners should be able to gain include developing competences for anticipation, cooperation and participation or competences for gaining knowledge across disciplines, supporting others and reflecting on guiding principles. Further Bianchi et al. (2022) elaborated a reference model which should support education and training for sustainability based on twelve competences. This work focuses on competences like critical thinking, valuing sustainability, supporting fairness or problem framing (Bianchi et al., 2022, p. 2). Thus, a competence-oriented and emancipatory learning approach should be pursued as well as the conditions permit.

In addition, two other concepts should be mentioned when talking about education that contributes to a more livable and sustainable future. Concerning this aim, on the one hand the concept of “Transformative Learning” (TL) can be seen as indispensable (UNESCO, 2021). Transformative learning involves a process in which people recognize, question, and change their previous perspectives of meaning as such (Blum et al., 2021, p. 15). ESD and TL are two concepts, which are strongly interconnected with each other (Blum et al., 2021; Wilmans, 2017). There is no clear differentiation, even though TL might be a bit more holistic. However, both concepts follow an emancipatory demand and aim to support sustainable transformation on a global level by focusing on individual and collective action (Singer-Brodowski et al., 2022).

On the other hand, the concept of “Global citizenship education” (GCED) also plays an important role for the mentioned goal of a future worth living. Here, too, clear fundamental parallels, overlaps and commonalities can be seen. Likewise, it has a transformative approach towards education and therefore cannot be content with only the rational-cognitive transmission of knowledge (Peterlini, 2020, p. 10). This means, that is not about expanding knowledge but about changing perspectives and perception of the world (Blum et al., 2021, p. 15). Similarly, (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2022) sees ESD and GSED as two complementary approaches to advancing a “more peaceful and sustainable world through education, as well as the need to impart knowledge, competence, values and attitudes that enable each individual to make informed choices and take action at the local, national and global levels.” Nevertheless, these two educational concepts are also attributed different agendas and thematic focuses as well as stakeholder groups (UNESCO, 2022). For instance, GSED clearly brings a global perspective into the learning content. To clarify in this paper, the three concepts described are not treated separately, since particularly ESD and TL overlap.

2.2 ESD in Austrian schools

As broad as the topics concerning sustainability are, there are also many ways to integrate them into school lessons and into everyday school life (Vierbuchen & Rieckmann, 2020; Kauertz et al., 2019). This applies to both primary and secondary education. Schools at primary level offer the space to let many sustainability-related topics and aspects flow directly or indirectly into

everyday school life and lessons, through openly designed learning environments and learning opportunities. Still, as stated at the beginning of this article, there is a lack of sustainability education in Austrian school curricula. Nevertheless, terms such as *environmental awareness* or *environmental protection* can be found in the current curriculum for primary school; in addition, environmental awareness is regarded in the curriculum as an important value, which should be taught (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur [bmukk], 2012, p. 9). Furthermore, on closer examination, the values "humanity" and "justice", which are also mentioned as supporting values of society, can be interpreted as benefiting sustainable development. Thus, it might seem that education of environmental awareness is given a very high priority in the curriculum and thus teaching should also be strongly oriented towards this value. However, in primary school the education of environmental awareness only takes place more or less incidentally and is integrated in prevailing subjects. Thus, as already mentioned, "education for environmental protection" is considered a teaching principle, which can only be implemented within the interaction of several subjects (bmukk, 2012, p. 17). Accordingly, there is no separate subject that deals in depth with this topic, which is why, in most cases, "general science" lessons are used for the formation of environmental awareness. As a rule, only a limited number of learning contents are dealt with, for example waste separation, recycling or energy saving (bmukk, 2012, p. 41, 90, 186). An examination of environmental protection that goes beyond this is mostly a matter for extracurricular environmental education organizations or happens within the framework of time-limited projects. For example, the Austrian elementary school curriculum also suggests that the implementation of the teaching principles should be achieved through the use of extracurricular experts as well as project-oriented teaching and other forms of open teaching (bmukk, 2012, p. 18).

Moreover, it is useful and particularly in primary school feasible to work across subjects, as this can make the different and often very broad topics even more tangible. For example, the consumption of strawberries and bananas can be examined from several perspectives, including nutritional, economic, political, ecological, and even from an ethical-philosophical perspective. Fruits as a healthier alternative to sweets and a supplier of important nutrients should be discussed with young children, as well as the impact of importing fruits from distant countries and the resulting ecological problems. Furthermore, a critical questioning of whether every consumer good needs to be available everywhere and at any time or whether the need for certain goods can be adapted to ecological aspects is an essential learning content. Here it is also possible to use mathematics as a subject in addition to science lessons in order to calculate transport routes and at the same time to carry out a geographical/cartographic analysis with regard to countries of origin and transport routes. This example clearly shows the different perspectives that a single topic can bring with it and that a variety of skills can be trained in the process.

Sustainability education at primary level can contribute to a sustainable lifestyle and future (Kauertz et al., 2019) and therefore builds up an important basis for learning in secondary school. At the secondary level, the subjects of "nutrition and household", "household economics and nutrition", "geography and economic education", and "biology and environmental education" in particular open up the space for ESD. Here, unlike in the primary level, the concept of ESD and also consumer education find concrete curricular components (Rechtsinformationssystem, 2022a; Rechtsinformationssystem, 2022b). In the course of the revision of the curricula for primary and secondary education, however, these educational concepts are given more relevance in both cases, whereby specific sustainability-related contents

are given greater relevance and value (Rechtsinformationssystem, 2023a; Rechtsinformationssystem, 2023b). This is also already noticeably reflected in teacher training, which can be taken from the respective subject-related curricula (University College of Teacher Education Styria, 2021). Further possibilities for making ESD a part of everyday school life in both primary and secondary education are offered through (interdisciplinary) project lessons (Blum et al., 2021). Finally, the teaching principles of "economic and consumer education" and "environmental education for sustainable development" provide an impetus for incorporating relevant learning content into everyday school life. Nonetheless, as already discussed, teaching principles cannot be seen as a guarantee for a fruitful sustainability education.

2.3 The challenge of indoctrination

As previously mentioned, along with the concept of ESD comes the challenge of normative approaches and indoctrination (Kowasch & Lippe, 2019). Hardly any other topic involves such a tightrope walk between the communication of facts, normative contents, attitudes, values and the communication of a reflected, self-determined basic attitude. This challenges educators on several levels. On the one hand, they have to find their way around the complex content-related level and choose suitable learning content and topics appropriate for young learners and also be sufficiently versed in them. On the other hand, most learning content runs the risk of talking about good and bad or right and wrong approaches, behaviors, products, thinking patterns, opinions, or decisions, and introducing learners to one-sided perspectives. Whether this normative learning takes place or not, decisively depends on the learning approach and the didactical skills of the teacher.

If learners carry these one-sided views into the parental environment, it can also lead to dissatisfaction and disagreement on the part of the parents. For example, if a child learns at school that fuel-powered cars are bad for the environment and passes this on to his or her parents, the parents may feel ignored or even ambushed. This might lead to conflict situations between educators and parents. A similar situation could arise with the topic of meat consumption when children learn at school that meat consumption should be reduced or avoided for ethical, moral and environmental reasons. In both cases, these are scientifically grounded aspects (e.g., European Environment Agency, 2020; Meier and Christen, 2012; Mbow et al., 2019, p. 479), which are nevertheless associated by many people with restriction and renunciation or could have a strong influence on the (habitual) everyday life of families. Of course, as a teacher, one strives to avoid such conflict situations and is thus faced with the decision of whether such content should have a place in the classroom or in everyday school life. It is therefore understandable that teachers tend to hold back when teaching such content.

Now the question arises as to why education for sustainable development is so strongly linked to moralization in the first place. The topic of sustainability can basically be associated with ethical-moral aspects on all levels, since humans, animals and plants can always be directly or indirectly affected to a certain degree. This can automatically give rise to different values and opinions and thus also to discourses on the subject, whether it be climate change, which is relevant globally and for all living beings, social injustices or economic concerns. In most cases, rights and justice, desires, hopes and, above all, often strong emotions play a supporting role, by which people are guided in different ways, with different motivations. Accordingly, it is often very difficult to avoid dealing with a topic, free from emotional approaches (Feinberg et al., 2019).

However, it is essential to be aware of one's own approaches and of the potential effects that can result from conveying them. Ideally, it is also possible to incorporate emotions into the learning process with care in order to achieve concrete learning goals without giving too much room to moralization. A good way to avoid mere normative learning approaches is emancipatory learning, which is described in chapter 2.1.

3. METHODOLOGY

In order to elaborate the demands on ESD on the one hand and school curricula contents on the other hand, basic and current literature as well as the Austrian curriculum for primary school were examined in detail.

For the empirical study, data were collected in five selected Styrian elementary schools, based on guided interviews and short written surveys with students and guided interviews with teachers. Due to fact that sustainability is wide-ranging, often ethically and emotionally charged, this issue leaves a lot of room for interpretation. Moreover, the research questions required insights into teachers' and students' opinions, approaches and knowledge. Hence, this qualitative approach appeared to be appropriate. A total of 41 students participated in the interviews and 176 children in the written survey. The interviews were conducted in groups of two or three children in order to provide a more comfortable atmosphere. In addition, seven interviews were conducted with the teachers of the participating students. The children were between six and ten years old, age and school level were considered in the interpretation of the data. Three of the selected schools were urban schools located in the city of Graz, one can be categorized as suburban and one as rural, both located in the upper parts of Styria.

The investigation served to find answers in particular to questions 2-4. Thus, personal approaches to the topic of sustainability, ideas about possible contributions to a future worth living, as well as learning sources of sustainability-relevant content were surveyed. The latter referred to the following content areas: production of products, nutrition, justice, foreign cultures/countries, waiving, consumption/shopping, energy/electricity, thriftiness, traffic/mobility, waste, animals and plants as well as the environment. For the teachers a broader list of topics was used to investigate learning contents in more detail (Table 2). Both students and teachers were asked to assess which of these areas are part of their lessons and everyday school life. The selection of the terms and topics listed on the questionnaires was based on various literature relevant to ESD and sustainability (e.g. Krüger et al., 2014; Brock et al., 2017). The aim was to cover topics from ecological as well as economic and social fields and to achieve the best possible comparability for the evaluation of the data. At the same time, this selection was an attempt to narrow down the large thematic potential and thus make it easier for the children to answer. For the written survey, the students were asked to name or draw possible sustainability measures. To ensure that the wording was appropriate and understandable for children, the terms "sustainability" and "sustainable" were paraphrased. For instance, the students were asked to describe what can be done to contribute to a future worth living for humans, animals and plants. Furthermore, the children in the third and fourth grades (ages 8-9) were asked about personal measures that they already implement themselves.

The data were analyzed using qualitative content analysis (Mayring, 2015; Kuckartz, 2018) and subsequently interpreted with regard to relevant literature. For the analysis main categories

were created a priori according to the interview questions, subcategories were created a posteriori based on the teachers' and students' answers, using the QDA-software "MAXQDA".

4. RESULTS

This chapter gives insights into the main research results and offer answers to the questions regarding the realities of an actual state of ESD in the selected Styrian primary schools. In chapter 4.1 student's ideas for sustainability measures as well as their statements concerning sustainability related learning contents from the written survey and the interviews are summarized. Chapter 4.2 shows the results concerning sustainability related learning contents from the teachers' perspective.

4.1 Written survey and Interviews with students

Answering the questions from the written survey regarding ideas about possible contributions to a future worth living, in total, the children wrote down or drew almost 400 measures (the majority of which were multiple responses that could be categorized under several key topics). The most frequently mentioned measures are related with the topics of waste and transport/traffic (both topics were mentioned from around 50 students). Figure 1 shows examples of drawings made by the students. In some cases, a clear statement could be taken from the drawings, while in others only vague assumptions were possible. Nevertheless, the drawings provide a very interesting and valuable insight into the approaches and ideas of the students.

First and foremost, the children state that it would be sustainable to dispose garbage properly as well as to drive less and switch to alternative means of transport (Figure 1). The children most frequently mentioned the use of bicycles and scooters as well as public transportation. Walking or driving by electric cars was also mentioned by some children as a possible and personally-implemented measure.



Figure 1 Drawn statements on possible sustainability measures, first grade (age 6); proper disposal of garbage, butterfly; bicycle instead of car, nature conservation.

Three children also mentioned using the airplane less often or not using it at all as a possible measure. The reduction of CO₂ emissions was mentioned seven times as an important step towards sustainable development, while the protection of the ozone layer was mentioned only once. Furthermore, the reduction of factory operations was mentioned at least twice. Saving energy, in the sense of a conscious use of electricity, as well as the use of alternative energy

sources (solar energy) and the abolition of nuclear power plants were also attributed a positive effect on global development. Climate protection in general was stated by only one child. Contrastingly, almost twenty students rated the need for more environmental protection in general as necessary, without going into specific ideas for implementation. The protection of nature was also considered important by some children, whereby especially the youngest children referred to the protection of bees and butterflies as well as plants (Figure 1). Likewise, some students thought about the supply of living beings with water, which referred to the watering of plants and also to drinking water in general. The protection of animals was also considered an important measure by several children. Many thought of better habitats for animals, the designation of animal protection areas, the protection of marine animals and that animals should not be tortured or killed. Concerning the just presented sustainability measures from the students' perspective, the data did not clearly show whether their knowledge is based on learning in school or rather on other learning sources.

The second part of the written survey and interviews with children gives insights into sustainability-related learning contents in school from the students' perspective. The results (Table 1) show connections to the answers regarding the previously presented ideas for sustainability measures.

Table 1- Learning content in school, students' perspective; absolute/relative

Learning contents	Agreement (topic is learning content)	Consent in % of total number of questionnaires
Animals and plants	146	82,95 %
Environmental protection	146	82,95 %
Traffic/transport	133	75,57%
Climate change	116	65,91 %
Garbage	112	63,64 %
Other countries and cultures	110	62,50%
Energy/electricity	107	60,80%
Frugality	89	50,57%
Food and its production	67	38,07%
Production of goods	60	34,09%
Waiving	54	30,68%
Poverty	35	19,89%
All learning contents	10	5,68%

As can be seen in Table 1, the topics traffic/transport and garbage again are named quite often. Also the topics animals and plants, environmental protection, climate change, other countries and cultures as well as energy/electricity are quite often stated as learning content in the selected primary schools. Compared to that, other topics as for example waiving or poverty were rarely listed as part of lessons or daily school life.

4.2 Interviews with teachers

Table 2 shows which topics are included in everyday school life according to the teachers. All seven teachers stated that they dealt with the topics assigned to the ecological dimension in their lessons, except for "biodiversity", which was named as learning content by only three teachers. In addition to these three teachers, two others emphasized that they only deal with this topic to a very limited extent. Concerning the social dimension, five teachers mentioned all listed topics as learning content. Interculturality, identity, multilingualism, home, joy and quality of life as well as time and time awareness (e.g., processes need time) were each mentioned as learning content by six teachers. The topics related to the economic dimension were mentioned in less frequency compared to the social and ecological dimension. For example, the topics future and responsibility for the future, dealing with money, global injustice, rich-poor as well as production chains were stated as learning content by less than four teachers.

Table 2- *Learning content in school, teachers' perspective; according to ecological, economic and social dimension (frequency of mention)*

Ecological dimension	Social dimension	Economic dimension
Animals, plants (7)	Attentiveness, empathy, trust (7)	Nutrition, health (7)
Climate change/protection (7)	Celebrations, traditions (7)	Basic needs (6)
Environment (7)	Community, cooperation, team spirit, group dynamics (7)	Consumption, waiving (6)
Garbage, recycling (7)	Democracy, participation, communication (7)	waste, frugality (5)
Nature conservation (7)	Friendship (7)	Dealing with money (4)
Nature experience (7)	Needs, gratitude, satisfaction (7)	production chains (4)
Transport (7)	Rules, responsibility, justice (7)	Global injustices (3)
Noise, Loudness (6)	Interculturality, identity, multilingualism, home (6)	Rich - poor (3)
Resources, energy sources, renewable energy (4)	Joy of life/quality of life (6)	Future, responsibility for the future (2)
Biodiversity (3)	Time, time awareness (6)	

4.3 Further insights into students' and teachers' approaches to sustainability and ESD

The study also provided insights into children's understanding of the concept of sustainability, their interests in it, as well as the teachers' general approaches, perceptions, and concerns about ESD.

Most students had no clear definition for the term "sustainability" but often named different aspects of this concept, which partly correlated with their answers regarding sustainability measures (e.g. waste/garbage, transport/traffic, environmental protection). Other students associated "frugality" with this term or tried to explain their understanding of sustainability with not being wasteful. Further associations were "doing something that lasts longer" (student, 4th grade), or something that "can be preserved afterwards." (student, 2nd grade). In this regard the teachers shared their impression of the children's understanding of sustainability. They clearly stated that the children's knowledge and understanding are very

variable, depending on their parent's approach. Except for one teacher, all indicate that the children are more likely to be influenced by parents than at by learning in school.

The teachers' general approaches about ESD were very consistent. Thus, all seven teachers rated ESD as equally important as other subjects in primary school and stated that anchoring ESD in teacher education would be essential. Nevertheless, all teachers would also appreciate working with ESD-experts.

Moreover the data show differences between various attributes concerning school location, children's age, teachers' approaches to sustainability and particularly special school awards. For instance, the named learning contents as well as the children's knowledge and interests in the selected urban schools seemed to refer rather to topics like climate change, energy/electricity. Those from children in the rural schools seemed to be more related to animals, plants, nutrition and nature conservation. What can be seen as a very clear finding, is that special awards/initiatives like "ÖKOLOG" (Rauch & Pfaffenwimmer, 2020) or national park cooperations do have a noticeable impact on learners' and teachers' approaches and knowledge. This might be because "ÖKOLOG"-schools are more aware of topics concerning sustainability and environmental protection and try to integrate them into everyday school life. Whether students learn more about a sustainable lifestyle in school or rather from other learning sources cannot be clearly inferred from the results.

5. DISCUSSION

As discussed in chapter 2.1, there are several demands on ESD. On the one hand, ESD should contribute to the compliance with the 17 SDGs and to a sustainable and livable future as the superior aim. On the other hand, there are demands like emancipatory learning approaches or enabling learners to build knowledge, skills, values and attitudes in terms of sustainable development.

One problem with implementing ESD in primary schools are the framework conditions such as accessing adequate resources (e.g., concerning time and teacher's knowledge and skills). As can be seen in the results, children as well as teachers stated a lot of sustainability-related topics as learning contents in Styrian primary schools. They listed several topics associated with social, ecological and/or economic dimension of sustainability, which they learn or teach about. Nevertheless, in most cases the learning content is limited to only two main topics – waste and traffic/transport. Here, a connection can be made to the indications in the Austrian curriculum for primary schools (bmukk, 2012). The reason why the topics animals and plants show a relatively high amount of learning content consent is that it is an obligatory part of the Austrian curriculum for primary school, which is therefore taught quite often. However, this topic is not necessarily connected with sustainability. Though environmental protection and climate change show high amounts of consent when assessing them as learning content, the data did not show, that such complex topics are considered in detail. They are both quite wide-ranging topics, which can be subdivided in many more categories. In most cases, pupils as well as teachers again associated those topics with waste, traffic/transport when asked in more detail. This also applies to the sustainability measures stated by students. The fact that those two topics are most frequently stated as learning contents and sustainability measures, leads to the conclusion that teaching and learning in the field of sustainability in the selected Styrian primary schools is rather superficial

and one-sided. Hence, the demands for ESD, especially concerning the 17 SDGs, might not be fulfilled, to a large extent. However, it should be kept in mind that sustainability learning not only takes place in school but also in the learners' everyday life.

Further, the results show that emancipatory learning approaches are not implemented consciously or even familiar to the surveyed teachers. Simple, normative learning approaches (e.g., commandments or prohibitions like "eating meat is bad", "waste should not be thrown into nature", "driving a car and flying by plane harm the environment", ...) are much more common. This could be due to the fact that it is easier and less time-consuming to teach these rules than allowing learners to find their own solutions and opinions. Additionally, it turned out that successful ESD is always a question of frequency and intensity. Topics dealt with only once will not necessarily stick in the pupils' minds, let alone be built up as personal values. In any case, it is important that children have the possibility to build up competencies and not just learn facts. Learners need to build up the competence to be critical, to question, to develop their own solutions and approaches, to participate and actively take part in transformative processes and to understand interrelations (UNESCO, 2020; Blum et al., 2021).

The study's limitations include the already mentioned influences concerning school location as well as children's age/school level and further the parental influences. The analyses of those attributes revealed interesting insights in some cases, and in other cases no concrete influence could be detected. As this is a complex issue, nothing can ever be attributed to a single aspect. In all cases, there are various influencing factors and framework conditions that shape the learners' approaches, knowledge and attitudes. Thus, it could be valuable to investigate these aspects in more detail. Additionally, it could be interesting to explore to what extent parental education and/or political interests influence their children's approach to the concept of sustainability.

Sustainability learning in primary in school can provide an important contribution to a future worth living especially when paying attention to some aspects as the following emerged courses of action:

Perhaps one of the most important options for action relates to the area of *teacher education and teacher training*. It is a necessary step to adapt the education and training of teachers to the requirements of ESD and to provide far more time, financial and human resources for this purpose. Furthermore, ESD must be firmly anchored in the future curricula for teacher training and represent a mandatory part of the training. An optional form of incorporating ESD into teacher training studies is not sufficient for the existing demands, as all future teachers must be enabled to successfully integrate ESD into their teaching and everyday school life. Teacher education should give teachers knowledge, skills and methods to implement ESD in their lessons as well as in everyday school life.

Similarly, the *adaption and renewal of the Austrian curriculum for primary school* is another important step towards a contribution towards sustainable development. As this has already been done, the question arises, whether ESD will be successfully implemented or not. It is conceivable that further concretizations of the instructions within the curriculum as well as adequate teacher training will be necessary.

In addition, actions like using already existing initiatives such as awards for sustainability schools, projects or external offerings and cooperations should be considered. Moreover, there

are numerous internationally applicable options for action (e.g., the “Priority Action Areas” by UNESCO, 2020), which provide valuable support and orientation.

Equally concrete methods and materials for ESD and TL can be found extensively on the internet or in literature, however these should be critically examined beforehand. Especially methods which allow an emancipatory approach should be preferred. For instance, methods like *Philosophy with children* (Krüger et al., 2014), *dilemma-based learning*, roleplays or *mystery learning* (Herdeg, 2014; Fridrich, 2015) can be seen as emancipatory.

6. CONCLUSIONS

In this chapter the basic findings with regard to the research questions as well as the main courses of options concerning ESD (not only) in primary schools are summarized.

Looking closely to the Austrian primary school curriculum the term sustainability or the concept of ESD are not explicitly mentioned. Nonetheless, several sustainability-related aspects and topics (e.g., environmental education, social learning, waste) can be found, for instance in the subject “general science” or in the teaching principles. The new school curriculum for Austrian primary schools, which will be implemented in 2023/24, will offer a bit more space for ESD. Whether this will narrow the gap between the demands of ESD and the actual outcome in primary schools will be a question of further research.

The findings of this research show, that currently ESD is not implemented quite well in Styrian primary schools, except for school with connection to special initiatives like “ÖKOLOG”. Even though teachers and students named several sustainability-related topics as their learning contents, sustainability learning in the investigated schools is mostly limited to only two main topics (waste, traffic) and rather superficial. Furthermore, the findings indicate a lack of emancipatory education. Sustainability learning often happens to follow a normative approach (conveying one-sided ways of thinking, preconceived solutions, good or bad behaviors, ...), which of course cannot be completely avoided especially at the primary level. Nevertheless, it is essential to be aware of one’s own normative thinking and ways of teaching.

Concerning the students’ knowledge and pre-concepts regarding sustainability in general the data also show that they are very focused on the topics of waste and traffic/transport. This might be due to the fact, that waste and traffic are topics of daily life and therefore quite tangible for children and teachers. According to the teachers, the children’s sustainability-related knowledge as well as their ways of thinking are strongly influenced of their parents’ approach.

Moreover, all interviewed teachers do show basic understanding of sustainability and general willingness for implementing ESD in school. Thus, they would welcome to be supported by external ESD-experts as well as anchoring ESD in teacher education and training.

To conclude, the courses of actions presented in the discussion emphasize the fact that there is still a lot of work to be done for implementing ESD not only in Styrian primary schools but also the in whole Austrian education system. As already mentioned, the new curriculum for Austrian primary schools is providing more room for ESD (Rechtsinformationssystem, 2023a), nevertheless there is a strong need for ESD-related teacher education and training.

7. IMPLICATIONS

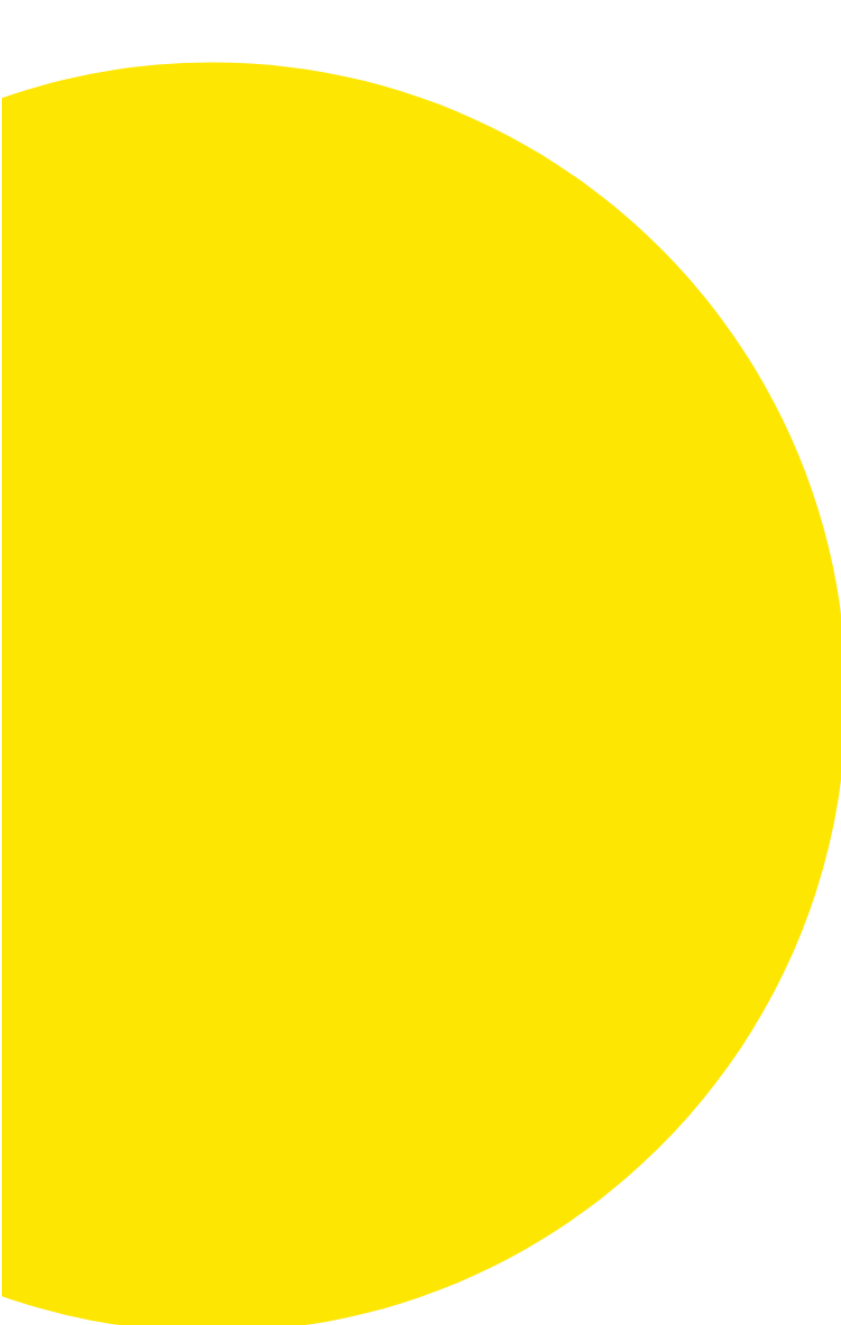
The results demonstrate that there is still a big gap between the demands of ESD and the actual outcome of sustainability education in Styrian primary schools. Therefore, it is indispensable to strengthen, foster and partially renew teacher education as well as extend resources for teaching and learning. This goes hand in hand with renewing school curricula, which has already been done for now, and consequently giving sustainability education and transformative learning much more room and value along with other important learning contents. Finding a balance in this matter, may be a substantial challenge for educators, which can be managed with the support of (educational) policy. At the same time, education is not the only solution for a transformation to a sustainable future. Change is needed especially within economic systems and political approaches. All in all, responsibility must be assumed in all of those areas in order to actually reach the ambitious goal of a livable future for living beings all over the world.

REFERENCES

- Bianchi, G., Pisiotis, U., Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp – The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/13286>
- Blum, J., Fritz, M., Taigel, J., Singer-Brodowski, M., Schmitt, M., Wanner, M. (2021). *Transformatives Lernen durch Engagement. Ein Handbuch für Kooperationsprojekte zwischen Schulen und außerschulischen Akteur*innen im Kontext von Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/final_hauptdok_uba_handbuch_transformatives_lernen_bfrei.pdf
- Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur. (2012). *Lehrplan der Volksschule*. https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:b89e56f6-7e9d-466d-9747-fa739d2d15e8/lp_vs_gesamt_14055.pdf
- Brock, A., Grapentin, T., Haan, G. de, Kammertöns, V., Otte, I., Singer-Brodowski, M. (2017). "Was ist gute BNE?" – *Ergebnisse einer Kurzerhebung*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.33385.08808>
- de Haan, G., Kamp, G., Lerch, A., Martignon, L., Müller-Christ, G., Nutzinger, H. G. (2008). *Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen*. Springer-Verlag.
- European Environment Agency. (2020). *Monitoring CO2 emissions from passenger cars and vans in 2018*. EEA Report No. 02/2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/co2-emissions-from-cars-and-vans-2018>
- Feinberg, M., Kovacheff, C., Teper, R., Inbar, Y. (2019). Understanding the Process of Moralization: How eating meat becomes a moral issue. *Journal of Personality and Social Psychology*, 117(1), 5072. <https://doi.org/10.1037/pspa0000149>
- Fridrich, C. (2015). Kompetenzorientiertes Lernen mit Mysterys – didaktisches Potenzial und methodische Umsetzung eines ergebnisoffenen Lernarrangements. *GW-Unterricht*, 140(4), 5062. https://gw-unterricht.at/images/pdf/gwu_140_50_62_fridrich.pdf
- Herdeg, P. (2014). *Leitfaden Mystery. Didaktische Überlegungen und Einsatz im Unterricht*. https://www.education21.ch/sites/default/files/uploads/pdf-d/schule/unterrichtsmedien/Leitfaden%20Mystery_D.pdf
- Kauertz, A., Molitor, H., Saffran, A., Schubert, S., Singer-Brodowski, M., Ulber, D., Verch, J. (2019). *Frühe Bildung für nachhaltige Entwicklung – Ziele und Gelingensbedingungen*. Stiftung Haus der kleinen Forscher. Budrich.

- Kowasch, M. & Lippe, D. (2019). Moral impasses in sustainability education? Empirical results from school geography in Austria and Germany. *Environmental Education Research*, 25(7), 10661082. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1557112>
- Krüger, B., Schick, D., Metzner-Dinse, G., Schröer, B., Rohm, J. (2014). *Wie wollen wir leben? Kinder philosophieren über Nachhaltigkeit*. Eberhard von Kuenheim Stiftung. oekom.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4th edition). Beltz.
- Leicht, A., Heiss, J. & Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in Education for Sustainable Development*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261445>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. (12th fully revised and updated edition). Beltz.
- Mbow, C., Rosenzweig, C. Barioni, L.G., Benton, T., Herrero, M., Krishnapillai, M. Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M.G., Sapkota, T., Tubiello, F.N., Xu, Y. (2019). Food Security. In P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley (Eds.), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (pp. 437550). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCL_Chapter_5.pdf
- Meier, T., Christen, O. (2012). Umweltwirkungen der Ernährung – Ökobilanzierung des Nahrungsmittelverbrauchs tierischer Produkte nach Gesellschaftsgruppen in Deutschland. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.*, 47, 315327.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2005). *Definition und Auswahl von Schlüsselkompetenzen*. <https://www.oecd.org/pisa/35693281.pdf>
- Peterlini, H. K. (2020). Kein Chair zum Ausruhen. Idee und Leitgedanken des neuen UNESCO-Chair „Global Citizenship Education – Culture of Diversity and Peace“ an der Universität Klagenfurt. In Österreichische UNESCO-Kommission (Eds.), *Österreichische UNESCO-Kommission Jahrbuch 2020* (pp. 1011). https://www.unesco.at/fileadmin/Redaktion/Publikationen/Publikations-Dokumente/Unesco_JB_2020_DT_WEB.pdf
- Pufé, I. (2014). *Was ist Nachhaltigkeit? Dimensionen und Chancen*. <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/188663/was-ist-nachhaltigkeit-dimensionen-und-chancen/#footnote-target-3>
- Rauch, F. & Pfaffenwimmer, G. (2020). The Austrian ECOLOG-Schools Programme – Networking for Environmental and Sustainability Education. In A. Gough, J. Chi Kin Lee & E. Po Keung Tsang (Eds.) (2020), *Green Schools Globally: Stories of Impact for Sustainable Development* (pp. 85102). Springer. <https://www.springer.com/gp/book/9783030468194>
- Rechtsinformationssystem (2022a). *Rechtsvorschrift für Lehrpläne der Mittelschulen*. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850>
- Rechtsinformationssystem (2022b). *Rechtsvorschrift für Lehrpläne - allgemeinbildende höhere Schulen*. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- Rechtsinformationssystem (2023a). *Lehrplan der Volksschule*. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2023_II_1/Anlagen_0001_CE7F0AA2_A925_4A4D_8C3C_355D12BD22D1.pdfsig
- Rechtsinformationssystem (2023b). *Lehrplan der Mittelschule*. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2023_II_1/Anlagen_0005_602132D5_6AB7_4D68_B4E4_6CF508085BA2.html
- Scheppach, J. (2014). Was ist Bildung für nachhaltige Entwicklung? In B. Krüger, D. Schick, G. Metzner-Dinse, B. Schröer & J. Rohm (eds.), *Wie wollen wir leben? Kinder philosophieren über Nachhaltigkeit* (pp. 1722). oekom.

- Singer-Brodowski, M., Förster, R., Eschenbacher, S., Biberhofer, P., Getzin, S. (2022). Facing Crises of Unsustainability: Creating and Holding Safe Enough Spaces for Transformative Learning in Higher Education for Sustainable Development. *Frontiers in education*, 7, 117. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.787490>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020). *Education for Sustainable Development. A roadmap*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2021). *Reimagining Our Futures Together. A New Social Contract for Education. Report from the International Commission on the Futures of Education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2022). *GCED im UNESCO Kontext*. <https://www.unesco.at/bildung/global-citizenship-education/gced-im-unesco-kontext/>
- United Nations (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
- United Nations (2016). *The Sustainable Development Goals Report 2016*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/The%20Sustainable%20Development%20Goals%20Report%202016.pdf>
- United Nations (2019). *The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development*. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2020-07/24797GSDR_report_2019.pdf
- University College of Teacher Education Styria (2021). *Curriculum für das Bachelorstudium Lehramt Sekundarstufe Allgemeinbildung*. University College of Teacher Education Styria. https://www.phst.at/fileadmin/Mitteilungsblaetter/Studienjahr_2020_2021/MB_31_20210519_BA_LA_Sek_AB_Veroeff.pdf
- Vare, P., & Scott, W. (2007). Learning for a change: Exploring the relationship between education and sustainable development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 1(2), 191-198. <https://doi.org/10.1177/097340820700100209>
- Vierbuchen, M.-C., Rieckmann, M. (2020). Bildung für nachhaltige Entwicklung und inklusive Bildung. Grundlagen, Konzepte und Potenziale. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 43(1), 410. <https://doi.org/10.31244/zep.2020.01.02>
- Wilmans, K. (2017). Mut zum Abenteuer Transformation. In Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Eds.), *Neue Ziele. Jahrbuch Bildung für nachhaltige Entwicklung* (pp. 10-15). Forum Umweltbildung im Umweltdachverband.
- Zimmermann F. M. (Ed.) (2016). *Nachhaltigkeit wofür? Von Chancen und Herausforderungen für eine nachhaltige Zukunft*. Springer Spektrum.



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.

INFORMAL LEARNING THROUGH NATURE EXPERIENCE - THE EDUCATIONAL PRACTICE OF RANGERS IN A BIOSPHERE RESERVE

APRENDIZAGEM INFORMAL ATRAVÉS DA EXPERIÊNCIA DA NATUREZA - A PRÁTICA EDUCACIONAL DE GUARDAS FLORESTAIS NUMA RESERVA DA BIOSFERA

APRENDIZAJE INFORMAL A TRAVÉS DE LA EXPERIENCIA EN LA NATURALEZA - LA PRÁCTICA EDUCATIVA DEL GUARDABOSQUES EN UNA RESERVA DE LA BIOSFERA

Selina Anna-Maria Straßer

University of Klagenfurt; Carinthia University of Applied Sciences, Austria

S.Strasser@fh-kaernten.at

ABSTRACT | In informal learning by experiencing nature, the pedagogical practice of learning with all the senses takes hold. Having this in mind, every day and experiential learning emerge as the basis of this paper. The objective is to relay scientific topics related to sustainability to adults and subsequently to children on an informal level. The practice is implemented in the Carinthia side of the Salzburger Lungau & Kärntner Nockberge Biosphere Reserve in southern Austria. For the implementation of the project the rangers of a biosphere reserve act as central knowledge mediators. Ten years ago, this region was recognized by UNESCO as a model and future region, and therefore general knowledge transfer is a central focus of its activity. In the course of the informal educational practice of the biosphere reserve rangers, education for sustainable development comes into play, along with other aspects. The guided hikes offered in the Nock Mountains provide a practical context for implementing non-formal science education.

KEYWORDS: Everyday learning, Experiential learning, Nature experience.

RESUMO | Na aprendizagem informal através da experimentação da natureza, a prática pedagógica de aprender com todos os sentidos destaca-se. Tendo esta premissa em consideração, a aprendizagem realizada no dia e a dia e feita a partir da experimentação emerge como a base deste documento. O objetivo passa por trabalhar temas científicos relacionados com a sustentabilidade junto de adultos e subsequentemente com crianças, a um nível informal. Na fase de implementação, os guardas florestais de uma reserva da biosfera atuam como mediadores. A prática é implementada na reserva da biosfera Carinthian Nockberge, no sul da Áustria. Há dez anos, esta região foi reconhecida pela UNESCO como um modelo e região futura, e, como tal, a transferência de conhecimento ocupa um lugar central na sua atividade. No decurso da prática educativa informal dos guardas florestais da reserva da biosfera, a educação para o desenvolvimento sustentável entra em jogo, juntamente com outros aspectos. As caminhadas orientadas através das montanhas Nockberge oferecem um contexto prático para a implementação da educação de ciência não formal.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem quotidiana, Aprendizagem experimental, Experiência na natureza.

RESUMEN | En el aprendizaje informal a través de la experiencia con la naturaleza se afianza la práctica pedagógica de aprender con todos los sentidos. Por tanto, el aprendizaje cotidiano y experiencial surge como fundamento de este trabajo. El objetivo es transmitir temas científicos relacionados con la sostenibilidad a los adultos y, posteriormente, a los niños a un nivel informal. Esta función se lleva a cabo por los guardas de una reserva de la biosfera, los cuales actúan como mediadores centrales del conocimiento. La práctica se lleva a cabo en la reserva de la biosfera de Carinthian Nockberge, en el sur de Austria. Hace diez años, esta región fue reconocida por la UNESCO como región modelo y de futuro, lo cual implica que la transferencia de conocimientos es un punto central. En el transcurso de la práctica educativa informal de los guardas de la reserva de la biosfera, la educación para el desarrollo sostenible entra en escena, junto con otros aspectos. Las excursiones guiadas que se ofrecen en las montañas de Nockberge proporcionan un contexto práctico para aplicar la educación no formal en ciencias.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje cotidiano, Aprendizaje experimental, Experiencia en la naturaleza.

1. INTRODUCTION

Informal learning is a relevant field in science education practice. In particular, in situations in which individuals need to be introduced to scientific knowledge and understanding of nature, experiential learning in nature can be a well suited strategy. Interacting with the natural world is a central basis for learning about nature (Flade, 2018). Learning about nature in turn opens up ways to delve deeper into the subject matter of science and is strongly related to education for sustainable development. Education is an essential tool to support sustainable development. After all, sustainable development involves far-reaching transformations and fundamental shifts in perspective (Adomßent, 2016) which can only be achieved through education. To enable sustainable development, a change in the awareness of as many people as possible is necessary. This process of change represents a transformation of society as a whole (Engel et al., 2021). Since education functions as a supporting pillar in this transformational process, so-called transformative learning takes on particular significance. Transformative education - which always includes informal learning processes - aims to change anchored ways of thinking through experiential reflection and to integrate new experiences into ways of thinking (Fuhr, 2018). If the term learning is considered with regard to sustainable development, it means that the individual is able, on the basis of these learning processes, to answer questions in concrete fields of action about how the future can be created sustainably (Rauch, 2008). Transformative learning processes can therefore support the individual in building an understanding of sustainable development, as in fact sustainability has many links to scientific topics. This process can occur particularly when learning takes place in and with nature. Sustainability has its roots in two key concepts: the natural science concept of a limited world and the social science concept of needs (Walser, 2009).

The Salzburger Lungau & Kärntner Nockberge Biosphere Reserve (hereafter Nockberge Biosphere Reserve) can be seen as an example of a context in which non-formal, transformative educational processes are promoted. The ranger-led hikes in this area have the goal of bringing the participants closer to nature in a practical way while informally imparting knowledge of natural sciences (Nationalparks Austria, 2021). The Nockberge Biosphere Reserve links the two components of education and nature. Both dimensions are essential fields of action in the biosphere reserve's management plan and are brought closer to the people on an informal level within the framework of guided hikes. In the course of this knowledge transfer, people are also brought closer to science (Zollner et al., 2015). Excursions, walks or - as in this case - hikes can particularly serve as informal educational formats that can promote intergenerational learning. From the perspective of social learning, non-institutional forms of learning are promoted; for example, the transfer of natural science knowledge from adults to children in the course of walks. During the guided walks, practical skills related to science are acquired. These skills are in turn implemented and passed on in the family context, allowing different generations to learn together (Antz et al., 2009). Guided hikes can foster informal learning processes, as national parks, biosphere reserves, and particularly forests can be considered extracurricular places of learning (Jäkel, 2021).

It can be argued that the practical educational work of the rangers can support transformative learning by encouraging the participants of a guided walk to engage in transformative educational processes. In addition, guided walks with several participants offer the opportunity to develop a kind of community feeling. And it can be observed that deep,

transformative learning takes place in an environment characterised by a strong sense of community (Bano et al., 2022). Nature experiences are made in the course of the guided hikes. Connection to nature based on sensory experience can in turn promote scientific knowledge and a responsible approach to the environmental stewardship (Frantz-Pittner et al., 2019).

The curricular framework of this activity is of a non-formal nature. Scientific topics may be introduced to the participants of a guided hike “along the way.” The target audience may include adults who participate in the guided hike and their children or grandchildren, to whom the acquired knowledge is passed on informally at an intergenerational level. Families are usually regarded as important contexts of informal education, by serving as a basis for learning, and given the intergenerational knowledge exchange processes take place at the family level. This allows reshaping of the family culture, adapting it for the needs of the family (Büchner & Wahl, 2005). The ranger-guided hikes in the biosphere reserve serve as an educational activity to pursue the purpose of fostering these intergenerational educational processes. As part of the guided hikes, the rangers create explicit adventure opportunities that are processed by the participants and turned into memorable experiences after the hike (Hof, 2009). These experiences have also a scientific connection and are further developed in the context of intergenerational learning processes. If informal learning activities take place in open nature, this can lead to increased abilities with regard to conclusive natural science thinking: in the course of this process, logical thinking is therefore encouraged (Baar & Schönknecht, 2018). Overall, the educational or didactic challenge is linked across three levels: didactics; interaction; and methodology. In other words, the connection is established between teachers (in this case the rangers), learners (in this case the hikers) and the learning object (here, the natural science topics that can be explored in the context of the biosphere reserve) (Hof & Egloff, 2021). According to Siebert (2019), didactics refers to the mediation between the factual logic of the content and the psychology of the learner. Factual logic means the knowledge of the structures and connections of the subject matter. Psychology refers to the learning and motivational structures of the learner. Within the framework of the didactic action of the teachers, the knowledge transfer takes place on different levels. Theories of the so-called instructional design are used in the planning of teaching-learning processes. Among other aspects, instruction includes telling, explaining, and demonstrating, as well as responding to learners' needs and expectations. The instruction aims to design and arrange the environmental conditions in a targeted way in order to improve the competences of the participants (Hof & Egloff, 2021). In a biosphere reserve, a ranger designs the environmental conditions in the course of guided hikes according to the theme of the hike. For example, hiking trails can be specifically selected that contain plants which are explained by the ranger during the hike or used as visual objects (Biosphärenpark Nockberge, 2021). The practice of guided walks in the biosphere reserve tries to solve the practical problem of a non-formal mediation between factual logic and the psychological nature of the learner. Based on this logic, the individual should be given the opportunity to develop curiosity on a scientific level. This awareness of science could contribute to the development of an understanding that we as human beings have a duty to protect other living beings (von Hentig, 2004).

2. RATIONALE AND CONTEXT

In order to clarify the contextualization of the educational practice, the approach that relates to and supports the implemented practice is next described. Literature shows that non-formal learning or informal education might have a strong connection to nature conservation. Informal learning can be further motivated by special experiences and impressions, which can also take place in nature. These experiences could serve as a basis for building up knowledge about nature conservation and a general interest in science (Salinger, 2009).

2.1 Stimulating educational processes through nature experiences

Educational work is made up of different components. For example, perceptions, sensations and attributions of meaning are often in a state of tension with scientific knowledge. In terms of nature relations, education needs the plurality of perspectives, free experience and space for experience. In order to be able to grasp nature rationally, scientific concepts are needed; at the same time, experiences of nature should allow free play with the senses and leave room for creativity and self-will (Dittmer & Gebhard, 2021). In this context, Lerch (2020) emphasizes the importance of the senses by arguing that the active processing of sensory impressions occurs on an individual level and is based on emotional perceptions as soon as a person engages with his or her environment.

In order to stimulate learning with all the senses, the so-called excursion didactics offers possibilities to learn in a non-formal setting (Dittmer & Gebhard, 2021; Hasse, 2010). In this way, natural spaces are opened up, new experiences can be gained, and action competence can be promoted. In addition, opportunities for participation are fostered, as excursions usually involve several participants (Baar & Schönknecht, 2018). Through a special didactic and methodological approach, learning can be promoted in leisure time. By encouraging people to understand the phenomena in their environment on an informal level, an awareness of practical exploratory and reflective developmental learning can be unfolded (Dohmen, 2000).

A didactic approach appealing to all senses is implemented by the rangers in the Nockberge Biosphere Reserve, leading the guided hikes to be regarded as an educational innovation.

2.2 The forest as an informal learning setting

The forest is an exemplary place of learning that offers a wide range of topics that stimulate educational processes and enable people to participate in sustainable development (Stoltenberg, 2009). Brinkmann & Freericks (2016) point out that forest destinations can be described as worlds of experience whose strengths lie in arousing visitors' interest and thus providing a starting point for further formal and informal learning. According to Stoltenberg (2009), the forest cannot only be regarded as a place of learning per se, but it also represents an educational topic itself. This is because this natural environment offers the possibility of seeing connections emanating from the forest and thus discovering creative opportunities at different levels and in different fields. This could indicate that through informal learning in the forest, the individual could learn about and understand the contextual connection of human-nature relations (Stoltenberg, 2009; Gräntzdörffer et al., 2019). Through experiences of nature, humans focus their attention on an object in nature, which might lead to a conscious engagement with

nature, i.e. a reflection (Lude, 2021). Lude (2021) thus describes the experience of nature as a reflective engagement with nature. Nature experience takes place when people act in nature or interact with nature. Large, model-oriented protected areas – including biosphere reserves - strive to convey relevant content to their visitors within the framework of informal educational offers. This education should provide visitors with holistic, cognitive and emotional opportunities to experience nature, in addition to knowledge about how to treat nature with care (Lude, 2021; Wohlers, 2015).

3. DESCRIPTION OF THE EDUCATIONAL PRACTICE AND ITS IMPLEMENTATION

The educational practice presented in this report is carried out in the Nockberge Biosphere Reserve. Specifically, a permanent informal educational format is described: the ranger-led themed walks in the biosphere reserve, which appeal to all age groups (Zollner et al., 2015) and thus promote extracurricular and intergenerational learning. This practice – implemented by the rangers – can be located in the context of nature, promoting the fields of education, communication science and natural science (von Felden, 2020). The educational practice implemented during the guided walks is based on learning about natural sciences, in addition to the social and communicative factor. This leads the participants in the ranger-led walks to be sensitized to topics in biology, geography and environmental science and encouraged to engage with the content independently (Stolz & Feiler, 2018).

In the course of extensive training and further education courses, the rangers working in the biosphere reserve acquire ecological expertise as well as pedagogical knowledge. This includes, among other things, nature education and didactics of excursions (Hartmann & Stückler, 2016). This enables the rangers to implement the pedagogical practice within the framework of the guided hikes and to provide the participants with an engaging educational experience. The rangers play an important role with regard to the educational mission of the biosphere reserve; one of their central tasks is to guide visitors, including imparting knowledge about sustainability and nature conservation issues. The rangers act as ambassadors of nature, accompanying guests and school groups in the biosphere reserve with target-specific workshops (Nationalparks Austria, 2021). During the guided hikes, the rangers explain and illustrate the diverse life in nature reserves and convey the important significance of biodiversity to people of all ages. In addition, great importance is attached to the participants of the hikes interacting with each other and thus learning with and from one another (Zollner et al., 2015).

The hikes are organized according to the season. The topics vary depending on whether the hikes take place in summer or winter. If there are more than 20 participants, two rangers accompany the hiking group. A guided themed hike lasts between three and five hours. There is more challenging content that is suitable for adults; family hikes are also organized. The themed hikes are organized in such a way that the ranger provides insights into the respective topics, especially natural science topics can be found here. Natural materials are used as educational resources (Biosphärenpark Nockberge, 2021). The ranger explains certain facts at different locations, shows plants or herbs along the way and poses questions to the hiking group. In some cases, a clearly defined question or problem is assigned to the hike; this is dealt with or answered during the excursion. Particularly on hikes through the forest, people can thus develop an understanding of ecological interrelationships and nature conservation (Stolz & Feiler, 2018).

This informal educational format is therefore relevant to the community as it addresses issues related to sustainable development and stimulates public involvement in science by communicating natural science topics in an understandable participant-oriented and practical way (von Felden, 2020). Walking participants move in an environment that stimulates their senses, which in turn stimulates incidental informal learning. People engage with specific sustainable development issues during - and usually also after - the hike, which leads to appropriation processes. This experience-oriented appropriation combines entertainment, interest formation and sociability and there are lasting effects on everyday life and knowledge transfer (Adomßent, 2016; Brinkmann & Freericks, 2016).

During a hike, rangers interact with the participants and try to combine the teaching of the content with action-oriented methods. This educationally relevant interaction between the ranger and participants is intended to arouse the interest of the actors, thus promoting informal learning and higher order thinking skills (Stolz & Feiler, 2018). The ranger orients each guided hike to the educational level of the target group; the content is therefore adapted to the participants, so that individual action skills can be promoted and, in addition, participation opportunities can be opened up (Baar & Schönknecht, 2018). The guided walks are an innovative practice because the rangers act as mediators and encourage participants to work together as a group on a science-related topic and thus learn in a self-responsible way (Biosphärenpark Nockberge, 2021).

Learning through hands-on exploration is the primary focus of guided walks by rangers (Biosphärenpark Nockberge, 2021); the practical informal learning experiences and actions that take place during guided walks are subconsciously incorporated into the participants' everyday learning. Everyday learning can subsequently support the individual in coping with concrete problematic situations (Dohmen, 2000).

4. EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION OF THE PRATICE

4.1. Methods used

In order to evaluate how the educational practice is implemented, three participants were interviewed in 2021 about their educational experiences during their respective guided walks.

The sample of interviewees was randomly selected. The qualitative survey method made it possible for the interviewees to freely share their impressions from the guided walks without being forced to argue (Bohnsack, 2007). The data analysis was based on Grounded Theory, as this method has an insight-generating research style and thus maintains an openness to the phenomena found in the research field (Breuer et al., 2019; Surma, 2012).

4.2. Main results

The guided hikes were described as enriching experiences by the interviewed participants, which in all cases were linked with pleasure and positive emotions. This research result refers to theoretical considerations of a so-called experience-oriented pedagogy (Brinkmann & Freericks, 2016). Brinkmann & Freericks (2016) argue that a variety of emotions characterizes experiential learning. The communicative activity that takes place during this informal learning process always relates to the needs and interests of the learners. In turn, the emotional processes - such as pleasure - give rise to further interest in a matter (Krapp, 1992); this aspect could be an

explanation for why the respondents said they were interested in participating in more guided walks and also wanted to learn more about nature- or science-related topics. From the interviews it can be concluded that the participants were able to deepen some nature-related knowledge in the course of the guided hike. The interviewees note that the hikes are participant-oriented (von Felden, 2020), varied and rounded off with practical activities. The interaction with the ranger and the other hike participants, which provided them with interesting information along the way, also stood out positively to the participants.

It is striking that all interviewed participants state that after the hike they shared the learned practical skills and theoretical approaches with their families. Meanwhile, it is not only the younger generation that learns from the older; children also take on the role of teachers (Antz et al., 2009) by telling their grandparents or their teachers at school about the experiences of the guided walks, thus also carrying out informal teaching. Based on the evaluation of all statements made by the interview partners, it can be assumed that the experiences acquired during the guided walks are integrated into everyday activities. The interviewees particularly remembered the practical experiences of the guided hike and experienced a subjectively positive learning effect through plant products including, for example, pitch ointment. The production of the pitch ointment was particularly memorable for the hikers interviewed, as this process was repeated at home in the family. Plant products - such as pitch - can be collected and processed independently, which allows learning to be repeated and consolidated through practical experience.

5. CONCLUSIONS

The evaluation of the pedagogical practice of the guided walks thus shows that the forest not only serves as a place to combine the dimensions of learning and experience, but it also represents a significant context that shows the relationships of life on our planet (Stoltenberg, 2009), thereby fostering an understanding of natural science. The educational practice of guided themed hikes in the Nockberge Biosphere Reserve shows as well how topics related to natural science can be directly brought closer to a group of participants in an informal way in a natural area. As the rangers enter into education-relevant interaction with the participants during a guided hike, a communication exchange takes place around the social environment of the hike. This leads to the participants' interest being aroused, which can subsequently promote informal learning (Stolz & Feiler, 2018). The Nockberge Biosphere Reserve represents an alternative place of learning; the region has numerous forest areas that can be used for themed and adventure hikes. In this area, trained rangers have the opportunity to vividly use environmental conditions - especially natural materials - to introduce hike participants to experiential opportunities in the midst of nature (Brinkmann & Freericks, 2016).

The main contribution of the educational practice of guided walks is that the practical, adventure-oriented informal experiences in and with nature arouse the interest of learners to further engage with a particular subject of interest (Wilde, 2021).

REFERENCES

- Adomßent, M. (2016). Informelles Lernen und nachhaltige Entwicklung. In M. Rohs (Hrsg.), *Handbuch informelles Lernen* (pp. 437–454). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-05953-8>
- Antz, E., Tolksdorf, M., Frieters, N., Scheunpflug, A., & Franz, J. (2009). *Generationen lernen gemeinsam. Theorie und Praxis intergenerationaler Bildung*. W. Bertelsmann.
- Bano, S., Fierstine, M., & Ketterling, J. (2022). Understanding a Transformative Learning Experience during a Global Pandemic through Collaborative Autoethnographic Dialogues. *Transformative Dialogues: Teaching and Learning Journal*, 15(1), 21–38. <https://doi.org/10.26209/td2022vol15iss11723>
- Baar, R., & Schönknecht, G. (2008). *Außerschulische Lernorte: didaktische und methodische Grundlagen*. Beltz.
- Biosphärenpark Nockberge (2021). Das wird der Sommer 2021 im Biosphärenpark Nockberge! *Meine Biosphäre*. Ausgabe Frühjahr 2021.
- Bohnsack, R. (2007). *Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden*. Barbara Budrich.
- Breuer, F., Muckel, P., & Dieris, B. (2019). *Reflexive Grounded Theory. Eine Einführung für die Forschungspraxis*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22219-2>
- Brinkmann, D., & Freericks, R. (2016). Informelles Lernen in der Freizeitpädagogik. In M. Rohs (Hrsg.), *Handbuch informelles Lernen* (pp. 143–162). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-05953-8>
- Büchner, P., & Wahl, K. (2005, September 1). Die Familie als informeller Bildungsort. Über die Bedeutung familialer Bildungsleistungen im Kontext der Entstehung und Vermeidung von Bildungsarmut. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(3), 356–373. <https://doi.org/10.1007/s11618-005-0145-y>
- Dittmer, A., & Gebhard, U. (2021). Zur Unverfügbarkeit von Bildungs- und Erfahrungsprozessen am Beispiel Natur. In U. Gebhard, A. Lude, A. Möller, & A. Moormann (Hrsg.), *Naturerfahrung und Bildung* (pp. 1–19). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-35334-6>
- Dohmen, G. (2000). Das übergreifende denken, das Praktische erkunden, das Vernünftige tun. In E. Nuissl, C. Schiersmann, H. Siebert, & H. Weinberg (Hrsg.), *Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung. Wissenschaftstheoretische Aspekte des Erwachsenenlernens* (pp. 55–72). W. Bertelsmann.
- Engel, J., Epp, A., Lipkina, J., Schinkel, S., Terhart, H., & Wischmann, A. (2021). Entwicklungen qualitativer Forschungszugänge und Methodenkritik im Kontext gesellschaftlichen Wandels. Zur Einführung. In J. Engel, A. Epp, J. Lipkina, S. Schinkel, H. Terhart, & A. Wischmann (Hrsg.), *Bildung im gesellschaftlichen Wandel. Qualitative Forschungszugänge und Methodenkritik* (pp. 11–25). Barbara Budrich.
- Flade, A. (2018). *Zurück zur Natur? Erkenntnisse und Konzepte der Naturpsychologie*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21122-6>
- Frantz-Pittner, A., Grabner, S., & Rauch, F. (2019). „Who wants to retain excellence needs continuous transformation”: The Journey of a Science Education Centre in Austria. *Action Research and Innovation in Science Education*, 2(1), 23–25. <https://doi.org/10.51724/arise.17>
- Fuhr, T. (2018). Lernen im Lebenslauf als transformatives Lernen. In C. Hof, & H. Rosenberg (Hrsg.), *Lernen im Lebenslauf. Theoretische Perspektiven und empirische Zugänge* (pp. 83–104). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19953-1>
- Gräntzdörffer, A., Elster, D., & James, A. (2019). Untersuchung des Mensch-Natur-Verhältnisses junger Menschen: Erkenntnisse einer quantitativen Ländervergleichsstudie zwischen Bremen und Durban (Südafrika). *Umweltpsychologie*, 23(2), 116–130.
- Hartmann, M., & Stückler, A. (2016). *Nationalparks Austria. Zertifikats-Lehrgang „Österreichischer Nationalpark Ranger“*. Lehrgangs- und Prüfungsordnung vom 01. Mai 2016 gemäß Erlass ZL.: BMLFUW-LE.1.5.1/0025-I/8/2016 (pp 1–27).
- Hasse, J. (2010). Ästhetische Bildung. „Lernen mit allen Sinnen“ und vollem Verstand. Mit einem Exkurs zur geographischen Exkursionsdidaktik. In R. Egger, & B. Hackl (Hrsg.), *Sinnliche Bildung? Pädagogische Prozesse zwischen vorprädikativer Situierung und reflexivem Anspruch* (37–56). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Hof, C. (2009). *Lebenslanges Lernen. Eine Einführung*. W. Kohlhammer.
- Hof, C., & Egloff, B. (2021). *Handeln und Forschen in der Erwachsenen- und Weiterbildung*. wbv Publikation.
- Jäkel, L. (2021). *Faszination der Vielfalt des Lebendigen. Didaktik des Draußen-Lernens*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-62383-1>
- Krapp, A. (1992). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessehandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp, & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung* (pp. 297–329). Aschendorf.
- Lerch, S. (2020). Informelles Lernen im Erwachsenenalter. In M. Haring, & M. Witte (Hrsg.), *Enzyklopädie Erziehungswissenschaft Online. Fachgebiet / Rubrik: Informelles Lernen / Altersgruppen* (pp. 1–19). Beltz Juventa.
- Lude, A. (2021). Naturerfahrungen und ähnliche Begriffe – Definitionen und Ansätze. In U. Gebhard, A. Lude, A. Möller, & A. Moormann (Hrsg.), *Naturerfahrung und Bildung* (pp. 41–56). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-35334-6>
- Nationalparks Austria (2021). Berufsbild. Naturbotschafter aus Überzeugung. Retrieved from: <https://www.nationalparksaustria.at/de/>. (9 January 2023)
- Rauch, F. (2008). Bildung für Nachhaltige Entwicklung als eine lernende gesellschaftspolitische Strategie. In B. Gruber & K. Hämmerle, *Demokratie lernen heute. Politische Bildung am Wendepunkt* (pp. 173–187). Böhlau Verlag.
- Salinger, S. (2009). Naturschutz als Motor informellen Lernens. In M. Brodowski, U. Devers-Kanoglu, B. Overwien, M. Rohs, S. Salinger, & M. Walser (Hrsg.), *Informelles Lernen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Beiträge aus Theorie und Praxis* (pp. 113–121). Barbara Budrich.
- Siebert, H. (2019). *Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung. Didaktik aus konstruktivistischer Sicht*. Ziel.
- Stoltenberg, U. (2009). *Mensch und Wald. Theorie und Praxis einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung am Beispiel des Themenfeldes Wald*. oekom.
- Stolz, C., & Feiler, B. (2018). *Exkursionsdidaktik. Ein fächerübergreifender Praxisratgeber für Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung*. Eugen Ulmer.
- Surma, S. (2012). *Selbstwertmanagement. Psychische Belastungen im Umgang mit schwierigen Kunden*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-8349-7115-9>
- von Hentig, H. (2004). *Bildung. Ein Essay*. Beltz Taschenbuch.
- von Felden, H. (2020). *Identifikation, Anpassung, widerstand. Rezeption von Appellen des Lebenslangen Lernens*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24195-7>
- Walser, M. (2009). Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung als Bezugspunkt informellen Lernens. In M. Brodowski, U. Devers-Kanoglu, B. Overwien, M. Rohs, S. Salinger, & M. Walser (Hrsg.), *Informelles Lernen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Beiträge aus Theorie und Praxis* (pp. 56–61). Barbara Budrich.
- Wilde, M. (2021). Motivation und Naturerleben – Naturerleben und Motivation. In U. Gebhard, A. Lude, A. Möller, & A. Moormann (Hrsg.), *Naturerfahrung und Bildung* (pp. 115–128). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-35334-6>
- Wohlers, L. (2015). Informelle Umweltbildung in deutschen Nationalparks – Potenzial, Bedeutung und Stand der Professionalisierung. In R. Freericks, & D. Brinkmann (Hrsg.), *Handbuch Freizeitsoziologie*. (pp. 699–722). Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-01520-6>
- Zollner, D., Huber, M., Jungmeier, M., Rossmann, D., & Mayer, H. (2015). *Managementplan 2015–2025. Biosphärenpark Salzburger Lungau & Kärntner Nockberge – Teil Kärntner Nockberge*.

SUPPORTING SCIENCE CAPITAL TEACHING THROUGH A PARTICIPATORY ACTION**RESEARCH COOPERATION BETWEEN SCHOOLS AND OUT-OF-SCHOOL SETTINGS****APOIO AO ENSINO DO CAPITAL CIENTÍFICO ATRAVÉS DE UMA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO PARTICIPATIVA E DE COOPERAÇÃO ENTRE ESCOLAS E AMBIENTES EXTRA-ESCOLARES****APOYAR LA ENSEÑANZA DEL CAPITAL CIENTÍFICO MEDIANTE UNA COOPERACIÓN DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN PARTICIPATIVA ENTRE ESCUELAS Y ENTORNOS EXTRAESCOLARES****Merima Ramic¹ & Andrea Frantz-Pittner^{1,2}**¹NaturErlebnisPark Science Education Center, Graz, Austria²University of Klagenfurt, Austria

ramic@naturerlebnispark.at

ABSTRACT | According to the concept of science capital, science-related knowledge, attitudes, experiences, and resources are crucial for a person's ability to succeed in a science-driven world. Essential aspects of science capital teaching are the personalisation and localisation of learning processes. Extracurricular offers can support schools by providing real-life and individualised offers. In a cooperation between primary schools and a non-formal institution, an action research process has been used to improve an out-of-school learning opportunity to support students' science capital. Therefore, an inquiry-based teaching setting with narrative framing was developed. The format is currently still a process in progress. After completion of the first of the three planned Action Research cycles, positive results are evident regarding the effects of narrative framing as well as the differentiation of learning processes. However, the connection to classroom activities and the consideration of heterogeneity of learners still require further adaptation.

KEYWORDS: Science capital, Educational cooperation, Individualized instruction, Science adventure, Primary science.

RESUMO | De acordo com o conceito de capital científico, os conhecimentos, atitudes, experiências e recursos relacionados com a ciência são cruciais para a capacidade de uma pessoa ser bem sucedida num mundo orientado para a ciência. Os aspetos essenciais do ensino do capital científico são a personalização e a localização dos processos de aprendizagem. As ofertas extracurriculares podem apoiar as escolas, fornecendo ofertas da vida real e individualizadas. Numa cooperação entre escolas primárias e uma instituição não formal, foi utilizado um processo de investigação-ação para melhorar uma oportunidade de aprendizagem extraescolar e para apoiar o capital científico dos estudantes. Por conseguinte, foi desenvolvido um ambiente de ensino baseado na investigação com enquadramento narrativo. O formato ainda é atualmente um processo em curso. Após a conclusão do primeiro dos três ciclos de investigação-ação planeados, os resultados positivos são evidentes no que diz respeito aos efeitos do enquadramento narrativo, bem como à diferenciação dos processos de aprendizagem. Contudo, a ligação a atividades de sala de aula e a consideração da heterogeneidade dos aprendentes ainda requer uma adaptação adicional.

PALAVRAS-CHAVE: Capital científico, Cooperação educativa, Ensino individualizado, Aventura científica, Ciência Primária

RESUMEN | Conforme al concepto científico capital, el conocimiento, actitudes, experiencias y recursos son cruciales para la habilidad científica. Aspectos esenciales de la enseñanza del capital científico son la individualidad y la localización del aprendizaje. Ofertas extracurriculares pueden apoyar las escuelas ofreciendo programas individuales y de la vida real. En cooperación con escuelas primarias y una institución informal, una investigación, llamada action research process, ha sido utilizada para mejorar las oportunidades de adquirir un conocimiento científico. Por este motivo, se ha desarrollado un ambiente con el fin de enseñar, basándose en la experimentación y una formulación narrativa. El formato aún está en proceso. Después de la realización del primer círculo del action research se han manifestado efectos positivos, tanto en los efectos de la formulación narrativa como en la diferenciación en los procesos del aprendizaje. No obstante, la conexión entre el aula y la heterogeneidad de los alumnos necesita más adaptación.

PALABRAS CLAVE: Capital de la ciencia, Cooperación educativa, Enseñanza individualizada, Aventura científica, Ciencia primaria.

1. INTRODUCTION

NaturErlebnisPark Science Education Center is a non-formal institution that has been working for almost 30 years to support science education in schools for students of all ages by developing teaching materials and methods, engaging in professional development activities for teachers and offering educational activities in outdoor learning environments and student's laboratories. An important target group of the activities developed at the Science Education Center are preschools and primary schools, grades 1-4. They visit the center as a class and take part in a research adventure in a prepared learning environment both in- and outdoors. After their visit, they reflect and work on their experiences and findings back at school. The reference subject is the multiperspective "Sachunterricht", included in the Austrian curriculum, which aims at an integrative interdisciplinary development of the students' abilities to understand and handle the various challenges in their everyday living environment and prepares them for the later subject teaching at secondary level. The natural sciences are represented in this approach to teaching through the perspectives of nature and technology as well as through universal teaching principles like sustainability and environmental education.

For several years, at NaturErlebnisPark Science Education Center an experiential teaching format has been used for the primary level, which has been continuously adapted to respectively current teaching requirements within the framework of repeated action research cycles.

In 2022, a further revision of the teaching setting was initiated. Decisive for the current development process were on the one hand trends that have been observed in the educational landscape for some time and on the other hand new requirements due to a reform of the curriculum for primary schools:

- More than ever, familiarity with scientific ways of thinking, sources of information and the ability to make connections to one's own everyday life are necessary for participation in a society shaped by scientific discourse. According to the findings of Archer et al. (2015) this disposition, known as science capital, is insufficiently developed in a considerable proportion of pupils. Targeted science capital teaching- the concept is explained in more detail in section 2.2- can help children to see science as relevant to their personal lives and to experience themselves as competent in science-based problem solving.
- A strong increase in the heterogeneity of students can be observed in school classrooms. This relates to different dimensions such as developmental level, prior experience, language proficiency or socio-cultural backgrounds. In order to contribute to educational equity and to support individual educational biographies in the best possible way, differentiated teaching offers are needed to enable different approaches to the development of curricular contents.
- In autumn of 2023, a new curriculum will be implemented in Austria, which will place a stronger focus on cross-curricular, interconnected aspects, competence development in research and discovery methods and cross-cutting topics such as sustainability education. The individualisation of learning processes and the targeted support of each individual child will be central principles in all teaching subjects.

The objective was therefore to provide primary schools with an event format that ties in with regular classroom activities and curricular requirements, enables experiences that contributes to the development of science capital and addresses heterogeneity among pupils.

An iterative path of repeated loops consisting of sequential phases of development, testing in cooperating schools, evaluation, and revision, was chosen for the design process of the format. This report represents the state of development at the end of the first of three developmental loops.

At the centre of the design process is "Fridolin's Research Adventure", a teaching approach that is continuously adapted to the current needs of all participants during the cycles of revision, practical application, and evaluation. The approach is characterized by an experiential scenario for inquiry-based learning, during which problems, provided in a narrative and immersive setting, are solved through various methods of inquiry. The basic format can be adapted to several curricular contents and focused on the promotion of different scientific competences.

In the ongoing evaluation of the format, a triangulative mixed-methods approach is used. The perspectives of the students, the class teachers, and the experiences of the educators from the Science Education Center were considered.

2. RATIONAL AND CONTEXT

The objectives and methodological guidelines for the revised teaching format result equally from the legal and didactic requirements of the new curriculum, the findings from the evaluation of previous formats and from up-to-date concepts of educational research.

2.1 Extracurricular learning venues as a support for Austrian "Sachunterricht"¹ teaching

The demands on teaching associated with the 2023 curriculum reform pose new challenges for schools. To a much greater extent than before, the promotion of competences relevant to research, the connection to the students' lifeworld, the opportunity for discourse and argumentation as well as the creation of individualised learning opportunities are considered mandatory desiderata in teaching. In order to increase the learning opportunities of the pupils, the new curriculum explicitly calls for the use of extracurricular places of learning and cooperation in the students' living environment. (BMBWF 2023).

With their specific staff conditions, infrastructural and professional scientific resources, out-of-school educational institutions can create conditions for learning processes that would be difficult to implement in this form in everyday school life. In recent years, the number of institutions such as museums, science centres and school laboratories that offer educational programmes specifically for schools, has increased significantly. The extent to which such activities have a sustainable educational impact depends on the extent to which they are connected to regular classroom teaching.

2.2 Fundamental educational theory

Essential impulses for the development of the teaching format "Fridolin's Research Adventure" come from the concepts and findings on Science Capital Teaching as well as from the ideas of 21st century competencies education.

¹¹The term "Sachunterricht" describes a school subject that aims at general knowledge and includes science and humanities.

- The term science capital encompasses all those resources, knowledge, experiences, social relations, attitudes, and dispositions that enable a person to act autonomously in a world shaped by science and to participate in society. In the empirical studies underlying the concept of science capital (Archer et al. 2015), eight dimensions of science-related experiences, knowledge, interests, behaviours, and attitudes emerged as particularly decisive for the science capital available to a person. According to this, the following are the crucial components for building science capital:

- Scientific literacy
- Science-related attitudes, values and dispositions
- Knowledge about the transferability of science (skills, knowledge)
- Consumption of science-related media
- Participation in out-of-school learning activities
- Family science skills, knowledge, and qualifications
- Knowing people in science-related roles and jobs
- Talking to others about science in everyday life

In society, science capital is quite unequally distributed. A British study claims that 27% of young people have low levels of science capital (Archer et al. 2016). Targeted science capital teaching is therefore also considered an important contribution to social justice (Archer et al. 2015).

A person's science capital is not a fixed quantity but can be influenced by experiences and knowledge. Positive in- and out-of-school experiences can have a beneficial effect on the interest and attitude towards science (Jones et al. 2022). The Science capital teaching approach (Godec et al. 2017) does not refer to a concrete set of materials and methods, but rather a focus on three pillars of attitudes and principles that underlie everyday teaching: (1) Personalising and localising (2) Eliciting, valuing, and linking student's ideas and experiences (3) Building the science capital dimensions.

There is significant evidence that in primary education, science capital can achieve positive developments in children in dimensions such as interest and sense of meaningfulness, engagement in the classroom or participation in extracurricular science opportunities. (Primary Science Teaching Project 2021).

- The Austrian primary school curricula define a set of guiding principles by which the cognitive, emotional, and social aspects of the statutory educational mandate are characterised. The 4-K model of 21st century competencies (Fadel et al. 2015) serves as the central reference model for this. This characterises communication, collaboration, creativity, and critical thinking as essential areas of competence for learners in the 21st century.

In a synopsis of these principles, a framework concept for supplementary educational activities for primary schools was developed.

3. DESCRIPTION OF THE EDUCATIONAL PRACTICE AND ITS IMPLEMENTATION

3.1 The Basic Concept of Fridolin's 'Research Adventures'

The fundamental idea of the format is to offer a structured science adventure for classes, that aims to connect to the curriculum and support the acquisition of several competences related to scientific literacy. A narrative, puppet-based format staged around the puppet "Fridolin" is used in which problems are embedded that are to be solved with the use of scientific methods. The format can be applied to different topics and focus on different areas of competence. Moreover, some key concepts of knowing and understanding are included, which aim at gaining scientific knowledge and support informed decision making. These are: Observing; collecting, comparing, sorting; exploring; science talks and fact-based argumentation, hypothesis-driven experiments using variable control strategies, as well as scanning for information in diagrams, images, and text material.

The central structure of the format is maintained regardless of the teaching topic. This includes the following science-related pathways, which are used to gain information and experience to solve the challenge:

- *Collecting, comparing, sorting:* This activity serves the explorative grasping of the respective topic and the relevant elements and organisms.
- *Exploring with all senses:* The students are motivated to get in contact with the object of investigation and to use different modes of perception such as feeling, smelling, hearing...to do the exploration.
- *Observing and describing observations:* This activity guides the children to focus on details and on changes and to verbalise their observations.
- *Science Talk:* The children articulate their observations, findings and ideas and justify their positions with the facts they have gathered. They learn to distinguish observable and measurable facts from opinions.
- *Experiment:* The students gain initial experience in using a variable control strategy to test assumptions and hypotheses

3.2 Aspects to be regarded in the actual adaptation

Based on the evaluation of former Action Research cycles and on the needs resulting of educational theories and legal conditions mentioned above special attention was paid to the following aspects:

- Increasing the quality of the narrative setting and the immersive character of the activity

Elaborated staging, decorations and targeted use of the puppets were supposed to be a crucial factor for gaining children's interest and motivation to engage in the program.

- Offering opportunities to get in contact with people working in scientific contexts

The staff members supporting the program are all young scientists with experience in the respective field of science.

- Offering various options to deal with the topic and enable individual learning paths

Several activities vary in their level of academic achievement and ways of gaining information, thus aiming to provide individual access to the topics.

- Laying a strong focus on adequate use of language for the respective target group

Not only the targeted age group but also the fact that the classes consist of students with different first languages, requires special attentiveness concerning the use of language and non-verbal scaffolding, such as images or props.

- Navigating the necessity of taking matters further with follow-up classroom lessons and conceptualizing individualized approaches that take the heterogeneity of the learners into account.

We decided to deal with this juxtaposition by keeping the main thematic points the same for all students, while providing opportunities for individualization within the methodological approaches.

- Offering helpful scaffolds

Especially in open tasks, some students might need more support in approaching problem solving and activity management.

3.3 Teaching Example: “Spiderman’s Superpower”

One result of the ongoing development process is a 90-minute-long programme for children aged 8 to 10. Based on the topic “Spiders and their abilities”, the following teaching objectives listed in the curriculum of the 3rd and 4th grade are dealt with:

- To extend, consolidate and consciously apply working techniques such as examining, and observing in direct contact with nature.
- Observe and understand certain animal behaviours.
- Plan, carry out and evaluate simple experiments.

The programme is structured in an outdoor and indoor part. A fear or disgust of spiders to a certain extent was expected and was therefore implemented in the narrative of the storyline, leading to a more detailed understanding of a spider’s world.

An analogy to Spider Man’s superhero abilities is the underlying backbone of the narrative setting, thereby catching the participants interest and motivation throughout the duration of the programme. Spider-Man’s superpowers, such as his strength, speed and reflexes, ability to climb and stick on walls, and his webbing, are mirrored in the families of the Araneae. For each of Spider-Man’s superpowers and abilities, the programme makes use of one family representative and centres each indoor programme point around one of these spiders.

Participants are first introduced to the puppet Fridolin, who is immensely scared of spiders and does not have courage to come near the forest grounds. The group makes acquaintance with Fridolin’s best friend Mira, a spider enthusiast and huge Spiderman fan, who simply cannot accept Fridolin’s irrational phobia of spiders. She offers to show Fridolin how fascinating spiders are. She wants to take this opportunity to find out where the spiders' superpowers come from and whether she too can succeed in acquiring them. Research works best when done by a team and so Mira proposes for the participants to help her in this endeavour. Both puppets are an integral

part of the narrative situation and accompany the participants throughout the course of the programme as impulse givers, instructors, motivators, and reflection figures. With the goal or mission in mind, participants are led to the outskirts of the nearby forest, where the first activity starts:

Collecting, comparing, sorting: What makes a spider a spider?

Assisted by various scaffolds like pictures and identification guides the children search for spiders and other small animals in the forest. They are free to choose between different tasks such as observing them in terrariums, solving challenges like trying to find the biggest spider or putting the insects they found and other animals they might find into the correct terrarium, assorted by the number of legs the species in question has.

Science Talk: What does the perfect web look like?

The activity's goal is to draw the ideal spider web. Students can look up webs in the resource material provided. The drawings and their inspiration for their webs are then discussed with Fridolin, the puppet.

Clever Books: What can we find out about spiders that helps to solve our questions?

Students gather information they deem know-worthy or interesting from provided literature and self-produced material. The materials cover a wide range from simple pictures to demanding texts. Each student can choose the materials they want to work with. In pairs they alternately play Mira and Fridolin. In these talks Mira is telling interesting facts about spiders to Fridolin, so that he can conquer his fear and Fridolin questions Mira's ability to be like a spider.

Observing and describing observations: Meet Sissi, the Venezuelan tarantula.

Participants are observing the tarantula and other exotic spiders with flashlights and magnifying glasses, while also learning about interesting facts from spider expert Mira. One of the staff members talks about his profession as a biologist and talks about research on spiders. The children are collectively observing a feeding session and talk about their impressions.

Exploring with all senses: Which senses might spiders use to hunt their prey?

Students are assuming the role of the spider inside a tube-net, while other group members simulate the prey. They are touching the tube with soft toy insects and the "spider" has to react as quickly as possible. In a reflecting talk, the children consider which senses the spider could have used to detect the prey.

Experiment: How can some spiders stay on walls?

With a tinkering activity the children search for hypotheses on how some spiders stay on walls without falling down. For this purpose, they create spider models with different constructions of legs and try to stick them on various surfaces. Different materials such as hooks, tape, Velcro, pins and sticky notes are provided. The testing surfaces are felt, cork, bricks, and different foils. The crucial step is the testing of the hypotheses using a variable

control strategy. The children find out which structures succeed best to stick on most materials.

By examining specimen of spider legs under the microscope they search for further arguments that support or contradict their assumptions.

During all these activities the students document their experiences and findings in a protocol. In a final *Science Talk*, based upon their findings, they draw their conclusions on the underlying research questions, which are whether Mira with her human body could ever become like a spider and whether Fridolin has verifiable reasons to fear spiders.

3.4 Design and methods of the Action Research Process

In our action research process, we follow the methodological concept of Altrichter et al. (2018). This provides a structured approach to professionalise pedagogical practice through an iterative process combining knowledge acquisition and educational development.

The evaluation assessed the extent to which the targeted developmental dimensions were successfully realised. Furthermore, we aimed to gain general insights about successful cooperations between schools and extracurricular places of learning considering current challenges.

Therefore, we used a mixed-methods research design, triangulating the perspectives of children, teachers, and our educational staff.

An essential part of the multi-stage action research process for the further development of the format is the cooperation with primary school classes. Five third grade classes with a total number of 115 students were selected to take part in this research process. In selecting the classes, the criterion of the greatest possible heterogeneity within the class was decisive, i.e. those classes were included that are composed of children from the most diverse cultural and linguistic backgrounds. We chose this selection criteria since 55% of primary school students in the local schools speak a mother tongue other than German. Primary school teachers consider the linguistic heterogeneity within their classroom as one of the most difficult challenges while teaching.

They so called “cooperation classes” participate for free in all educational activities developed during the process and are involved in the planning and evaluation of the formats.

Given the children's varying levels of writing ability, we used non-written survey methods to capture the pupils' perspectives. For this purpose, puppet talks were conducted with the children after the event, in which they reflected on the event in dialogue with the hand puppets. Additionally, they were instructed to evaluate different aspects of the activities by using sticky dot charts.

The teachers filled out a feedback sheet at the end of the event and were interviewed in focus groups a few weeks later about their experience with the process and their wish for further cooperation.

The team members of the Science Education Center documented their experiences with the individual groups in a logbook and summarized them in final feedback.

4. EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION OF THE PRACTICE AND MAIN RESULTS

4.1 Results of the students' feedback

Examples for statements of the students:

"Wow, you can really find tiny animals out here! I didn't expect to be so successful"

"Boah, that's super cool how Sissi catches the cricket. I've never seen anything like it!"

"At first I was just as scared as Fridolin, but then it got better and better."

"I liked everything very much. The animal search was the best part!"

Fridolin, you don't have to be afraid at all. Spiders are great. ~

I didn't know that. Look what it is written there.

"Is that a tick? That's a centipede. The white worms are called earthworms. "

"Hey, this is so exciting"

The students' feedback can be summarised in the following key statements:

- *The narrative setting and the staging have been met with great enthusiasm.*

Students were raving about Spider-Man, especially about Mira's costume and research nook. They were unified in their mission to support Fridolin in conquering his fear.

- *The living specimen have aroused great interest.*

Throughout the groups, participants were engulfed with the tarantula, making remarks about the fur colors, and feeding speed.

- *They proudly used the newly acquired words and terms.*

It was astonishing seeing them make use of the puppets to convey information, especially coming from students who are foreign-language learners or are speaking German as a second language. In one group participants were shouting new words like "Terrarium" (terrarium) "Becherlupe" (magnifying glass) or "Vogelspinne" (tarantula) in unison. Some were incorporating newly acquired words and terms during the puppet play station.

- *They enjoyed the exploring and felt confident to succeed in research activities.*

Overall, they were happily exploring and commenting on different aspects, such as the make-up of spiders, or managing the difficulty of making "small things big", meaning magnifying.

4.2 Results from questionnaires and focus group interviews with class teachers

Examples for statements of the teachers:

"I liked it very much, the material was top, the support was optimal, it was something very present, which is also very important when working with children...thank you, especially this aspect with the structure."

"and of course the excitement, yes, for children it was really exciting".

"they simply cooperated very well"

"Many facts were pleasantly packaged and conveyed to the children in an understandable way, so that the children were able to learn an incredible amount without really learning."

"I was surprised that some of the pupils were really committed to the subject, which I didn't expect at all, the child would have classified the children as quieter and that they didn't contribute much, and suddenly the children were ready with questions for us all the time".

"Fun, innovative, and original set up."

"Great balance of outdoor and indoor activities."

"The material was top-notch and wonderfully differentiated. It was something to take hold of, to look at. I really liked the material."

"I remember very well when we went to the library a week later and everyone was hanging over the spider book."

"The children were able to connect and complement their findings from the programme with a laying circle about spiders in the school. They discussed among themselves and tried to remember certain things they had seen and heard."

The central statements of the teachers can be summarised as follows:

- *The teachers considered the narrative setting to be motivating and appropriate for the age group*

There was a right amount of spooky excitement, especially around Halloween, yet familiar and motivating enough for the students to show interest in participating. The program provided enough mystery to have them intrigued and was yet clear enough to have the students know the task at hand. For the teachers it was quite surprising that even older students really liked and interacted with the puppets. The puppets were relatable and funny. Students wanted to take them home and were talking about them at school.

- *The activity linked well to children's everyday experiences*

The tasks were relevant to everyday life; students were familiar with the topic, yet a lot of the students have not been exploring in woods or in nature. The students were able to relate to the problems and interests of the puppets since they could make use of their prior experiences and knowledge.

- *The offered scaffolds supported students 'learning of complex issues*

Teachers cherished that complex issues were broken down into precise activities. The programme offered an interesting angle to the content, which would take a lot of effort and time to organise in school for one class only. Team-guided yet student-led workflow was very

appreciated. Students were able to derive their own conclusions or even test their own assumptions.

- *Individual needs of the individual children were well addressed*

There was a wide array of methodological input that caters to different learning skills. The Spider-Man analogy and comparisons are seen as a great approach for visually motivated students or second language learners who best work with pictures and visual input. Reading material and research station were a great addition for those needing revision or more time to dive into the topic. Teachers mention the great use of space; there was room for both individual work and group activities. Children with individual learning needs were not excluded from the group during the activities, but rather included in the exploration of the topics. Individual students exceeded teacher's expectation concerning engagement. Some remarked they were positively surprised by students who are usually more of the quiet and shy type in classroom settings. Throughout the programme, the educational team was accessible for questions from the students. They were engaging actively with the crowd and taking necessary time and measures to ensure that each child understands the activities and the overall goal.

- *The activity had an impact on the children's language acquisition*

Some students learned new technical terms pertaining to biology and nature. Some students retained certain language fragments, which they reproduced on site and in later contexts. The topics dealt with in the programme were a topic of conversation among the children for a long time. Especially in classes with a high proportion of children who do not have the language of instruction as their first language, a sensitive approach to the linguistic circumstances plays a decisive role in the extent to which extracurricular offers can be used effectively.

- *Concerning the cooperation between schools and non-formal educational institutions further aspects should be regarded*

It would be desirable to link different extracurricular activities, e.g., research adventures and related literature from the city library. It would also be beneficial to plan enough time for the extracurricular programmes. For comprehensive topics, 90 minutes is short. There is an increased need to argue with legal guardians and school administrators when extracurricular programmes are taken up. A precise curriculum orientation and presentation of the targeted competences should be aimed for already in the programme announcement send out to schools and legal guardians.

4.3 Results of the diary and the feedback rounds with the Science Education Center staff

Examples for statements of the Science Education Center staff:

"The programme was designed in a very accessible way so that the children could easily get into the game story".

"In the next implementation, however, I would design the stations in a more self-explanatory way, so that a programme leader does not always have to supervise them."

"I particularly liked the logical sequence of events in this programme, which was also reflected in the actions and feedback of the students during the programme."

- *Puppet play and narrative setting had the desired effects on the motivation of the children.*

Setting up the narration for participation made a noticeable change in student activity and statements. Clear and structured puppet personas with instruction for desired learner impact and learning outcome are necessary in conveying and nourishing the narrative situation, task flow, arrangements, technical input, language input, social cues, scaffolding, and reflexion. There was immense interaction with the puppets, especially during the research activity. Students were enthusiastic about finding the best facts about spiders so to help poor and scared Fridolin.

- *The individual needs of the children and the heterogeneity of the classes must be considered even more strongly*

The program should provide even greater variety in learner settings that cater to different needs, such as reading books, or simply more time for some sequences that require higher-level competences and skills. The reading material needs a higher differentiation with regards to the reading skills of the learner, e.g., through making use of various text approaches, such as matching, memory, flash cards. For some topics more in-depth material is needed. Regarding prior experiences and attitudes of the learners is crucial to future programme planning and needs to be considered carefully. (For example some students were afraid of stepping onto grass or getting their shoes dirty. They were not used to exploring or have never been in the woods before. Some were afraid to look for spiders and were even disgusted by insects they found in the ground.)

- *The scaffolding materials can be improved to offer better access to children with reading difficulties*

There is a need for updated material with highlighted or marked passages, keynotes, sketches, drawings, and pictures. New modes of visual aids, such as self-produced stop-motion film, or real-life clips of spiders in their natural habitat should be developed and tested.

5. DISCUSSION

The process of revising the teaching format for primary schools was based on concrete objectives, which primarily related to enabling individually tailored learning processes for the individual children and making the learning content more attractive through narrative framing. In view of the data available so far, initial trends can be identified. However, further starting points for further adaptations are also emerging, which should be tackled in the following development circles of the action research process.

The statements from children, teachers and Science Education Centre staff all agree that the narrative framing, the staging, and the puppet show achieved the desired effect of making the learning content attractive and creating a stringent structure of meaning.

The offer of choices in the elaboration of the topic and the range of materials provided are positively evaluated, especially by the teachers. This, but also the team's attention to the concerns of individual children, is seen as conducive to individual learning processes in the heterogeneous classes. Even weaker children could thus be actively involved in explorative learning.

From the point of view of the team conducting the programme, this aspect is evaluated less euphorically. Here, more aspects are mentioned where there is still room for improvement in order to achieve the desired individualisation. This concerns above all the offer for better-performing children and children with above-average interest, for whom there is a need for more demanding materials to deepen the topic.

The situation is similar about the use of scaffolds: The teachers appreciate the provision of aids and structures that enable the children to gain knowledge independently.

The team on the other hand mainly shares suggestions on how the scaffolds can be better adapted to the different performance levels of the children. Above all, the different reading skills should be taken more into account in the development of the materials.

Regarding the adequate use of language, only indirect conclusions can be drawn from the available data. The teachers observed the children's participation in the puppet discussions and registered the use of new technical terms and phrases.

Little information on this point comes directly from the children. In general, the findings from direct questioning of the children are not very strong. This suggests that the survey methods for the children need to be further elaborated in order to obtain more differentiated feedback.

In summary, the findings from the first action research circle show that the development of the format is on the right track. However, it also becomes apparent in which areas weaknesses still need to be remedied or qualitative improvements are possible.

6. CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

The first results indicate that the format succeeds well in awakening interests for science in heterogeneous groups of pupils, in promoting the children's confidence in their own problem-solving skills and in encouraging sustained engagement with the topics dealt with. The range of differentiated activities is also rated positively by the participants. There is still a need for further development in linking the events more intensively to classroom activities by providing materials for preparing and following up the workshops that supplement the lessons.

This first development and evaluation cycle in a three-stage action research process led to findings in several respects that can be helpful for further development in the institution concerned, but also for cooperation between schools and extracurricular educational institutions in general:

- The concept of Science Capital goes far beyond the acquisition of knowledge and skills. Especially for those dimensions that aim at linking with the children's lifeworld, establishing relationships, experiencing authentic application contexts, or experiencing one's own action competence and problem-solving ability, extracurricular learning places can effectively complement school lessons.
- Extracurricular places of learning can score points because of their special experiential character.
- However, to make a lasting contribution to the learning process, but also to gain acceptance from parents and school administrators, it is necessary to dovetail extracurricular activities with classroom activities and curricular conditions.

- The resources at the out-of-school place of learning can support individualised approaches to learning processes. Offering different methodological approaches within a uniform subject area was very positively received by the test classes.
- The heterogeneity of the children within a school class comes into play in many aspects. In the present context, the very different levels of language comprehension have turned out to be particularly significant. Further developmental steps are necessary here to create optimal conditions for all children.

Based on the findings of this first evaluation phase the aims of the following action research cycles are to focus on intensifying differentiated activities that take various aspects of heterogeneity into account and to align the offers with curricular goals and classroom needs even more precisely.

REFERENCES

- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A. & Wong, B. (2015). "Science Capital": A Conceptual, Methodological, and Empirical Argument for Extending Bourdieusian Notions of Capital Beyond the Arts . In: *Journal of Research in Science Teaching* Vol. 52, No. 7, pp. 922–948.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. & Seakins, A. (2016). *Science capital made clear*. King's College London.
- BMBWF (2023, April, 14). *Lehrplan der Volksschule*. https://www.paedagogikpaket.at/images/Allgemeiner-Teil_VS.pdf
- Fadel, Ch., Bialik, M. & Trilling, B. (2015) *Four-Dimensional Education: The Competencies Learners Need to Succeed*. Center for Curriculum Redesign, Boston.
- Godec, S., King, H. & Archer, L. (2017). *The Science Capital Teaching Approach: engaging students with science, promoting social justice*. University College, London.
- Jones, M.G., Chesnutt, K., Ennes, M., Macher, D., & Paechter, M. (2022). Measuring science capital, science attitudes, and science experiences in elementary and middle school students. In: *Studies in Educational Evaluation* 74. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191491X22000578?via%3Dihub> [2023 April, 14]
- Primary Science Teaching Project (2021). *The Primary Science Capital Teaching Approach. Teacher Handbook*. Primary Science Teaching Trust, London.

PLANIFICAÇÃO, EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO TRÊS MOMENTOS CRUCIAIS PARA MELHORIA NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

PLANNING, EXECUTION AND EVALUATION THREE CRUCIAL MOMENTS FOR IMPROVING THE TEACHING AND LEARNING PROCESSES

PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN TRES MOMENTOS CRUCIALES PARA MEJORAR DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Cristina Morais Cuquigia Maiando

cristinamaiando@gmail.com

RESUMO | Este artigo é fruto de uma intervenção pedagógica para melhoria dos processos de ensino e aprendizagem na 6ª classe de uma escola na cidade do Uíge, Angola, com foco na planificação, execução e avaliação, baseada numa longa experiência e constatação dos factos a anos. Analisou-se estratégias que os professores utilizam na planificação, execução e avaliação dos conteúdos de Matemática na 6.ª classe. A intervenção ocorreu com objectivo de propor estratégias metodológicas na prática-docente consistindo, uma acção de formação. A novidade reside na preservação dos princípios fundamentais desta. A eficácia do estudo contempla-se nos resultados dos alunos dos professores participantes na formação e nos instrumentos de recolha de dados deste manuscrito, determinando conclusões que ressaltam benefícios para professores e alunos deste nível.

PALAVRAS-CHAVE: Execução e avaliação, Melhoria, Planificação, Processos de ensino e aprendizagem.

ABSTRACT | This article is the result of a pedagogical intervention to improve the teaching and learning processes in the 6th grade of a school in the city of Uíge, Angola, with a focus on planning, execution and evaluation, based on long experience and verification of facts over the years. Strategies that teachers use in the planning, execution and evaluation of the contents of Mathematics in the 6th grade were analyzed. The intervention took place with the aim of proposing methodological strategies in teaching practice consisting of a training action. The novelty resides in the preservation of its fundamental principles. The effectiveness of the study can be seen in the results of the students of the teachers participating in the training and in the data collection instruments of this manuscript, determining conclusions that highlight benefits for teachers and students at this level.

KEYWORDS: Execution and evaluation, Improvement, Planning, Teaching and learning processes.

RESUMEN | Este artículo es el resultado de una intervención pedagógica para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el 6º grado de una escuela en la ciudad de Uíge, Angola, con enfoque en la planificación, ejecución y evaluación, basada en una larga experiencia y verificación de hechos sobre los años. Se analizaron las estrategias que utilizan los docentes en la planificación, ejecución y evaluación de los contenidos de Matemática en el 6to grado. La intervención se realizó con el objetivo de proponer estrategias metodológicas en la práctica docente consistentes en una acción formativa. La novedad reside en la conservación de sus principios fundamentales. La efectividad del estudio se puede apreciar en los resultados de los alumnos de los docentes participantes de la capacitación y en los instrumentos de recolección de datos de este manuscrito, determinando conclusiones que destacan beneficios para docentes y alumnos de este nivel.

PALABRAS CLAVE: Ejecución y evaluación, Mejora, Planificación, Proceso de enseñanza-aprendizaje.

1. INTRODUÇÃO

A intervenção pedagógica e este relato visam contribuir para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem na 6ª classe de uma escola na cidade do Uíge, Angola, onde a intervenção foi realizada, com foco na planificação, execução e avaliação. A ideia surgiu das experiências partilhadas ao longo da minha formação no curso de mestrado em ciências de educação com o meu orientador; de experiências como professora há 19 anos e como professora de Matemática, Práticas Pedagógicas e de Metodologia de Ensino de Matemática no ensino superior há 10 anos. A experiência teve a duração de dois anos pela complexidade dos factos já que se refere à prática diária do professor e não só a realização de algumas actividades em práticas de campo e, ainda, tendo em conta as paragens registadas devido à COVID-19.

Com base nesta longa constatação, temos vindo a vivenciar situações drásticas na actuação pedagógica dos professores que resulta numa aprendizagem fracassada, muito por conta da improvisação do processo (Eucilio, 2018). A temática em causa é pertinente e de domínio obrigatório para o profissional de educação pelo facto de ser considerado o “espelho da sociedade” (Anónimos, 2019), visto que, em Angola, o professor é encarado como figura estruturante ou arquitecto da obra na construção, inovação/implementação de qualquer modelo educacional a nível do país. E por outro é sabido que uma das premissas fundamentais para a melhoria na qualidade de ensino é saber planejar, executar e avaliar (Echevaria, 2017)

A intervenção pedagógica foi aplicada com o objectivo de propor estratégias metodológicas que facilitem a vida laboral do professor na planificação, execução e avaliação dos conteúdos de Matemática na 6.ª classe para alunos de 12 anos de idade, visto que “para cada ciência, os recursos utilizados são determinados por sua própria natureza” (Prodanov & Freitas, 2013, p. 11).

Os resultados desta intervenção pedagógica estão lúcidos na tabela nº 01, onde consta o aproveitamento escolar dos alunos beneficiários das aulas dos professores ora formados na implementação da proposta e em outros instrumentos de colheita de dados tal como debruçam as figuras 4,5,6 e 7 deste manuscrito.

E acreditamos que esta proposta contribui e continuará contribuindo na melhoria do processo cada vez que os profissionais colocarem em prática todas as directrizes que nela constam, desde que foi aceite a sua distribuição em várias instituições de ensino a nível local. O estudo marca especificamente três momentos principais:

Iº Diagnóstico da realidade espelhado em 3.1; IIº Implementação da intervenção pedagógica espelhado em 3.3 e IIIº e último momento foi avaliação da implementação da intervenção e principais resultados espelhado no ponto 4 deste artigo.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

2.1 Planificação, Execução e Avaliação

Falar de planificação, execução e avaliação no contexto Angolano é tocar em um problema sério desde a primeira reforma aprovada em 1977 e implementada no sistema educativo em 1978 (Guebe, n.d.) até ao momento, existiram diversas transformações no âmbito das reformas subsequentes no Sistema de Ensino Angolano, algumas benéficas outras nem tanto (Guebe,

2020). Já frisámos que uma das premissas fundamentais para melhoria da qualidade de ensino é saber planejar, executar e avaliar. *Planificação* representa a previsão das acções a realizar; *execução* representa a realização das acções previstas e *avaliação* representa a verificação dos resultados das acções realizadas. Aliás Jociano Coêlho de Souza salienta que:

Nos últimos anos, no campo da educação, tem-se trabalhado arduamente pela busca da melhoria dos processos de ensino e aprendizagem do ensino da Matemática. Desde o início do século XX, pesquisadores e docentes das áreas da Educação e da Matemática reúnem-se para discutir e criar alternativas para melhorar o ensino e o aprendizado dessa área (Souza, n.d.)

Ainda assim, Altet (1999) citado por Evandro Ghedin elucida:

Aprendizagem é sempre o objetivo do ensino, embora nem sempre seja obtida pelo ensino. Isto quer dizer que a educação escolar e o ensino embora tenham por objetivo possibilitar a aprendizagem, nem sempre ela é possível. Neste trabalho não estamos buscando as causas que dificultam ou impossibilitam o aprender na escola, mas propor como um conjunto de mediações que podem abrir horizontes para a aprendizagem do estudante (Ghedin, 2012, p. 4)

Na outra vertente, “os conteúdos constituem mais que uma seleção de conhecimentos oriundos de diferentes campos do saber elaborado e formalizado cientificamente, pois abarcam concepções, princípios, factos, procedimentos, atitudes, valores e normas que são colocados em jogo na prática pedagógica”(Puentes, 2014, p. 105). Por conta disso, é necessário que haja um equilíbrio na preparação destes conteúdos, sua aplicação para depois rebuscar os benefícios na verificação dos resultados (avaliação). Quer isso dizer que se o professor não dispõe do conhecimento sobre planificação, execução e avaliação, a aprendizagem não se processa da melhor forma possível, será apenas um improviso.

Portanto “Uma atenção muito especial é também dada ao conhecimento e identidade profissional dos professores, suas práticas e processos de desenvolvimento profissional”(Ponte, 2020, p. 810). Para isso, considera-se a Didáctica da Matemática, a forma de organização do saber matemático (Alves, 2011), concordando com o princípio de que:

A organização didática dos processos de ensino e aprendizagem passa por três etapas importantes: o planeamento, a execução e a avaliação. Como processo, essas etapas sempre se apresentam inacabadas, incompletas, imperfeitas, flexíveis e abertas a novas reformulações e contribuições dos professores e dos próprios alunos, com a finalidade de aperfeiçoá-las de maneira continua e permanente à luz das teorias mais contemporâneas. Apresentam-se também interligadas umas às outras, dificultando a identificação do momento em que o término de uma dá lugar ao começo de outra e vice-versa. Isso é o mesmo que afirmar que há execução e avaliação enquanto se planeja, planeamento e avaliação enquanto se executa e planeamento e execução enquanto se avalia. (Puentes, 2014, p. 95)

Dizer que “vivemos numa sociedade globalizada onde o acesso à informação e a sua distribuição encontra-se facilitada, especialmente devido ao desenvolvimento das novas T.I.C” (Echevaria, 2017). Todavia, constatamos que existe uma necessidade de uma melhor capacitação dos alunos na selecção, tratamento, análise e síntese da informação que lhes chega de diversas fontes, no sentido de potenciar uma aprendizagem significativa e as competências da reflexão

para prática da vida diária para poder assim aproveitar das oportunidades de acesso(Pereira, 2016).

“O professor deve atuar de forma que leve o educando a pensar, criticar e gerar dúvidas para a produção do conhecimento”(Oliveira, 2013, p. 1)

Os novos desafios e exigências colocados pela sociedade actual às organizações sociais, com especial incidência nas estruturas educativas, obrigam aos profissionais uma reflexão acentuada sobre seu papel na formação de cidadãos competentes, pró-ativos capazes de acompanharem essa dinâmica, comprometidos com o bem-estar da sociedade em geral. “A reflexão consiste em ajudar identificar os elementos condicionantes da sua prática como: problema, objectivo, conteúdo, seu domínio excelente, capacidade comunicativa, pré-disposição dos alunos, tempo e espaço” (Echevaria, 2017) O papel do professor deve sofrer mudanças profundas. É-lhe exigido novas atitudes, competências e responsabilidades, para responder firmemente às novas demandas que lhe são postas. Assim, mais do que um mero transmissor de conhecimentos e saberes, este deve refletir sobre sua própria prática, tornar-se competente em todos os aspectos. Diante deste facto, para corresponder a imperativos do momento, “ser professor exige uma preparação abrangente em duas dimensões: *teórico-científica e técnico-prática*”(Fazenda, 2006, p. 9)

Pela *planificação* o professor organiza e disciplina a sua acção num processo contínuo e dinâmico; pela *execução* ele segue uma trajetória lógica conforme o previsto no contexto da organização e pela *avaliação* verifica os resultados dos dois momentos anteriormente falados (Feliciano, 2019). “O professor figura-se como um sujeito estruturante, atuante e reflexivo nos processos de ensino e aprendizagem perante as imprevisibilidades e complexidade presente na sala de aulas”(Kaptiya, 2008). Por isso mesmo se diz que, planejar é assumir uma atitude séria e curiosa diante de um problema. Para que estes três momentos ocorram da melhor forma possível, é necessário que se respondam as seguintes questões: o que se pretende alcançar? Em quanto tempo? Como alcançar? Que fazer e como fazer? Que recursos devem ser usados? como analisar a situação se o pretendido foi alcançado ou não (Lima, 2019)

O principal problema da planificação, execução e avaliação de uma aula, consiste na satisfação de muitas exigências psicopedagógicas, científicas e metodológicas num único momento. E isso traduz-se num comprometimento que, “Quem escolhe ser professor obriga-se à aceitar e respeitar os imperativos ético-deontológicos da profissão” (Kaptiya, 2008, p. 46). Mas o que temos vindo a observar, é que “o planeamento e execução da sequência didáctica constituiu-se como um autêntico problema, ou umaTIE¹, para o professor”(Edna Maura Zuffi, 2022).

2.2 Atitudes do professor diante das suas tarefas

Diante desta realidade o professor deve ter objectivos traçados e comprometimento para evitar rotinas na suas tarefas diárias. Segundo Kundongende, (2013, p. 102) “Nunca é cedo ou muito tarde, para se aprender as boas maneiras, mesmo que o padrão de bom comportamento se tenha perdido o destaque, sempre haverá lugar para ele”, com isso, a atitude do professor e sua autoridade deve inspirar confiança e respeito dos alunos. Não existem meios prontos e

¹ “TIE” é “amarrar”. Essa tradução vem no sentido de realmente amarrar algo, dar um nó, como também no de vincular, ligar alguma coisa.

preparados de antemão que permitam convencer os alunos. A sua própria experiência de vida e de professorado deve sugerir como conseguir este feito. Não devem os alunos ter a menor dúvida a respeito da sinceridade e idoneidade do professor, suas palavras e acções são o recurso inicial mais certo para despertar o interesse pessoal deles. Para tal, ele tem de demonstrar autoridade, competência científica, pedagógica e disciplina sem as quais não se concebe a formação necessária. O mesmo autor ainda diz que: “a força do exemplo é uma garantia contra a divergência das palavras e dos factos, do ensino e da experiência”(Kundongende, 2013 p.97).

“Uma das premissas fundamentais para que suas lições sejam realmente convincentes, é o conhecimento profundo da matéria, o trabalho incansável de investigação e pesquisa para ele permanecer na vanguarda da ciência” (Kundongende, 2013 p.99). As suas lições sejam de uma fusão de clareza lógica. Como alertam da Silva, Kemczinski e dos Santos (2022) “O professor, por sua vez, atua em uma posição de orientação, sendo um facilitador e mediador na promoção e realização das relações didático-pedagógicas e da aprendizagem discente”. Pois que, “a ação é algo próprio ao sujeito e a prática algo cultural e social” (Emanueli PEREIRA Perreira, 2022). Ainda assim, concordamos com Viana e Menduni-Bortoloti que destacam a impossibilidade de se ensinar sem estudar, e acreditam na importância da formação continuada, aquela que diz respeito à formação permanente, ou seja, o professor permanece em constante aperfeiçoamento da sua prática e desenvolve atividades que possibilitam o seu fazer profissional (VIANA, Daniela Santos Brito, MENDUNI-BORTOLOTI, 2021). Ainda temos acompanhado debates, notícias no jornal de angola e internacional principalmente no dia 22 de Novembro que simboliza o dia mundial do professor, as entidades debruçam: “o professor exigente consigo mesmo não deve, sob nenhum pretexto, dirigir-se à sala de aulas”(Anónimos, 2019). E que “o abraço à profissão de professor não deve ter como fundamento único a busca de emprego, mas sobretudo dedicação e muito empenho na medida em que a tarefa de ensinar e educar muito se assemelha a um sacerdócio”(ibidem). Portanto, na carreira do professor de matemática deve se ter em conta três domínios de análise: “o conhecimento profissional do professor que ensina Matemática, a sua prática profissional e o seu desenvolvimento profissional”(Santos, L. Serrazina & Martinho, 2022, p. 94) Por outro o professor deve reconhecer que, “o papel da matemática na sociedade atual conduz a uma maior necessidade de compreensão”(Oliveira, H. Fátima & Henriques, 2022, p. 36). E também é necessário que se saibam os “aspetos afetivos tais como a motivação e o gosto dos alunos para a aprendizagem da matemática”(Amado, 2022, p. 4). Assim como não se pode esquecer de que, “o conhecimento matemático procede por interiorização de acções concretas”(Matos, 2006, p. 104).

3. . DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

3.1 Participantes na intervenção pedagógica e sua caracterização

A intervenção pedagógica teve como campo de actuação uma Escola Primária localizada na parte leste da cidade do Uíge, Angola, na qual existiam 20 professores da iniciação à 6.ª classe.

Para a selecção dos participantes de entre os professores da escola, usou-se a amostragem probabilística do tipo aleatória simples sob-critério de sorteio não viciado, com um nível de confiança de 90%, cujo tamanho calculou-se pela fórmula apresentada por (Barbetta, 2002), admitindo-se uma margem de erro de 10%, como descrito abaixo:

$$n = \frac{N \times n_0}{N + n_0}$$

Onde:

$n \rightarrow$ Amostra (incógnita);

$N \rightarrow$ População (20);

$n_0 \rightarrow$ Primeira aproximação da amostra $\left(n = \frac{1}{\varepsilon^2}\right)$;

$\varepsilon \rightarrow$ Margem de erro admitido ($10\% = 0,1$).

Assim: $n_0 = \frac{1}{(0,1)^2} = \frac{1}{0,01} \rightarrow n_0 = 100$

Substituindo na fórmula tem-se:

$$n = \frac{N \times n_0}{N + n_0} \Rightarrow n = \frac{20 \times 100}{20 + 100} \Rightarrow n = \frac{2000}{120} \Rightarrow n = 16,6 \approx 16$$

Feitos os cálculos o tamanho da amostra foi de 16 professores, correspondente a 80% dos professores da escola.

Antes da intervenção pedagógica, estes professores manifestaram algum desconhecimento no que respeita à planificação, execução e avaliação dos processos de ensino e aprendizagem. Ilustra-se esta afirmação com as imagens nas figuras 1, 2 e 3.

APÊNDICE 02: GUIA OU GRÉLHA DE OBSERVAÇÃO DE UMA AULA

Nome completo do formador: [Redacted] Classe: 6ª Turma B

Escola: [Redacted] Disciplina: Matemática Data: 21/09/20 Hora: 8h20

Unidade Temática: II - Geometria

Assunto: Construção de triângulos qto aos lados lição nº: 01

Itens	1 Mau	2 Md	3 Suf	4 Bm	5 MB
1. Planificação da aula					
1.1 Definição dos objectivos	X				
1.2 Relação: Objectivo-Conteúdo-Método-Meios	X				
2. Introdução					
2.1 Controlo da tarefa do dia anterior				X	
2.2 Criação das condições prévias para o novo conteúdo e adequação à orientação para os objectivos da aula	X				
3. Desenvolvimento					
3.1 Domínio excelente do conteúdo			X		
3.2 Uso adequado da linguagem oral e escrita			X		
3.3 Grau de participação dos alunos			X		
3.4 Prestação de atenção individualizada	X				
3.5 Gestão do tempo e espaço				X	
3.6 Propício clima afetivo na comunicação com os alunos e aspectos educativos durante a aula			X		
3.7 Utilização de estratégias de E/A adequadas às necessidades dos alunos na turma			X		
3.8 Gerência segura e flexibilidade em situações problemáticas e conflituosas				X	
4. Avaliação					
4.1 Realização da avaliação contínua e utilização dos instrumentos de avaliação planificados				X	
4.2 Grau de participação dos alunos na avaliação			X		
4.3 Objectividade das questões de avaliação (tipo)	X				
5. Metodologias Utilizadas					
5.1 Metodologia semi participativa ou participativa			X		
6. Manuseamento do Material					
6.1 Orientação à observação dos meios de ensino e sua utilização			X		
7. Conclusões					
7.1 Perguntas de controlo				X	
7.2 Resumo da aula (síntese parcial/total)				X	
7.3 Orientação de tarefa para casa				X	
7.4 Cumprimento dos objectivos propostos da aula	X				
8. Relação plano de aula-aula					
8.1 Cumprimento do plano de aula	X				
8.2 Adequação de forma positiva ao plano de aula em função aos imprevistos.	X				
9. Atitude do professor observado					
9.1 Relações humanas com os alunos	X				
9.2 Criatividade e sentido de auto-crítica				X	

O (A) Formando

O (A) Supervisor

Figura 1 Guia de observação da aula antes da intervenção pedagógica

Tal como se vê, aqui não aparece a matriz da prova porque para muitos professores foi uma grande novidade, nunca ouviram falar disso. O plano que aqui se fala é apenas a grelha dos tópicos da planificação semanal (figura 2), e que depois, a partir dela cada professor usa a sua estratégia. Outros preferem cadernos de apontamentos por falta de manuais, uns retiram o conteúdo do manual do aluno e passam-no, directamente, ao quadro, tal como está, sem resumo e, muito menos, sem merecer uma reflexão sobre enquadramento lógico dos tópicos da matéria. Nada de plano de aula diário (Anónimo, 05.10.2019). Facto este que dificulta o sucesso escolar aos nossos educandos. Portanto, “O abraço à profissão de professor não deve ter como fundamento único a busca de emprego, mas sobretudo dedicação e muito empenho na medida em que a tarefa de ensinar e educar, muito se assemelha a um sacerdócio” (ibidem).

Dias	Disciplinas	Temas	Subtemas	Objectivos	Possíveis métodos a utilizar	Obs:
2ª	- L. Portuguesa - Geografia - Matemática - História	- A Escola. - O género humano. - Geometria. - África o nosso continente	- O Novo ano escolar. - A evolução do espaço geográfico. - Os triângulos. - Categorias e limites geográficos.	- Conhecer a escola. - Identificar a evolução humana. - Identificar os triângulos. - Localizar o continente africano no mapa.	- Observação. - Descrição. - Expositivo. - Ilustrativo. - Explicativo.	
3ª	- Matemática - L. Portuguesa - L. Portuguesa - E.M.B	- A vida dos seres vivos na terra. - A escola. - Auto e mútuo conhecimento	- Construção do triângulo. - Principais seres vivos. - De novo na escola. - Quem somos nós.	- Ser capaz de construir um triângulo. - Conhecer os seres vivos. - Identificar os componentes de uma escola. - Identificar-se.	- Demonstração. - Elaboração conjunta. - Ilustrativo. - Socrático. - Explicativo.	
4ª	- L. Portuguesa - E.M.P - Geografia - Ed. Musical	- A escola. - O espaço na paisagem. - O género humano. - A onda sonora.	- O livro de leitura. - A paisagem vegetal no desenho. - O género humano utiliza a terra. - A onda sonora.	- Descrever a escola e os seus componentes. - Conhecer o espaço. - Destacar a utilização da terra. - Conceitualizar a onda sonora.	- Trabalho em grupo. - Expositivo. - Trabalho individual. - Catagórico. - Explicativo.	
5ª	- História - Matemática - B. Natureza	- África o nosso continente. - Geometria. - A vida dos seres vivos na terra.	- As principais Comunidades humanas. - Construção de triângulos segundo os lados. - O Microscópio	- Identificar as principais Comunidades humanas. - Construir o triângulo. - Conceitualizar o microscópio e descrever os seus componentes.	- Expositivo. - Explicativo. - Socrático. - Lúdico.	
6ª	- L. Portuguesa - Matemática - E.M.B - Física	- A escola. - Geometria. - Auto e mútuo conhecimento. - Ginástica.	- O Novo Bicentário. - Construção de triângulo equilátero. - Eu e os outros. - Ginástica básica.	- Compreender a importância do Bicentário. - Conhecer o triângulo equilátero. - Conhecer os seus atributos. - Preparar o corpo.	- Lúdico. - Crítico.	

Figura 2 Planificação semanal antes da intervenção pedagógica

Outrossim, a imagem do caderno do aluno (figura 3) revela a realidade do fracasso. Se a aula trata de construção de triângulos quanto aos lados, seria desejável o professor descrever os passos a seguir na construção de cada tipo de triângulo aqui representado inclusive demonstrar o modo de manuseamento dos instrumentos geométricos além dos conceitos ensinados. O que se percebe ali é que a criança desenhou os três triângulos à sua maneira, sem orientação lógica de construção.

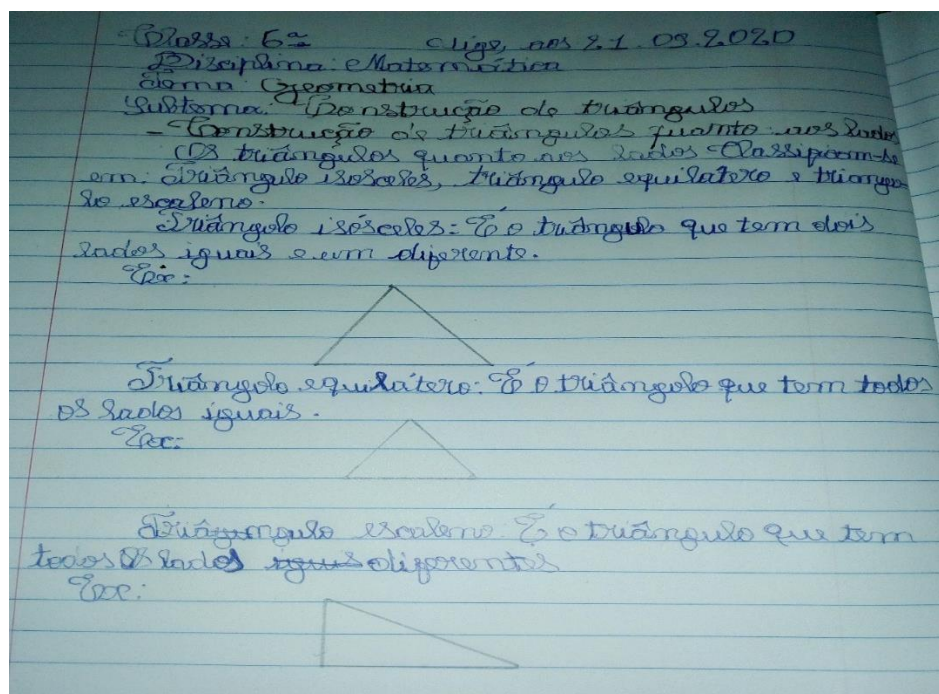


Figura 3 Conteúdo do caderno do aluno antes da intervenção pedagógica

Para além destas dificuldades foram identificadas outras na prática diária dos professores, na base do cumprimento rigoroso da guia de observação de aulas (tabela nº01) como:

- Ausência de estratégias na criação das condições para aprendizagem da nova matéria;
- Falta de criatividade, segurança, dinamismo, responsabilidade, coerência, e organização acima de tudo em situações de aprendizagem;
- Falta de agregação pedagógica ou desinteresse no espírito de aprendizagem contínuo, como também adaptabilidade da realidade que o cerca;
- A não actualização permanente dos conhecimentos (Anónimos, 05.10.2019);
- Os professores leccionam sem levar consigo algum escrito para orientação da sua aula (ibidem)
- A falta de supervisão pedagógica em algumas escolas primárias do país.

Quanto a elaboração de provas, não se tem em conta a determinação dos objectivos e muito menos a precisão do conteúdo, nada se sabe sobre matriz da prova.

Em suma, falta de cumplicidade na planificação é uma febre quase de todos os professores que labutam neste nível de ensino na referida escola e o desinteresse na sua tarefa de educador.

É ainda de referir que, no passado, após a Guerra de 2001 houve recrutamento massivo em todo território Angolano de professores advindos de várias áreas de formação só para cobrir o vazio que se registava no sector educativo, isso constitui um grande problema até hoje.

Então a pergunta vem: se não se planifica como vamos exigir uma boa execução? Se não se executa bem como vamos exigir resultados condignos nas avaliações? É absurdo colher algo de bom onde não semeamos praticamente nada. Dizia um sábio ditado que “semear é opcional, mas a colheita é obrigatória” como afirma o grande conselheiro da sociedade angolana de que

“O homem de hoje é fruto do que fizemos dele ou melhor, do que não fizemos dele” (Kundongende, 2013). Isso implica que a acção da prática docente do professor, é um percurso que merece acompanhamento de todas as estruturas, portanto, “os supervisores influenciam esse percurso, de forma a contribuir para o seu desenvolvimento profissional e pessoal” (Toscano, 2012, p. 1)

3.2 Procedimentos

Das principais técnicas existentes, utilizou-se observação de aulas, entrevista por meio de questionário, análise documental para inferir certos resultados da pesquisa. Quanto aos instrumentos de recolha de dados, servimo-nos da guia/grelha de observação de aulas (figura 1 e 7) contendo vários indicadores que permitiu o breve reconhecimento de alguns avanços ou fracassos registados aos professores na sua missão e dos resultados do aproveitamento dos alunos antes da intervenção pedagógica.

Quanto aos procedimentos, em primeira instância realizou-se uma pesquisa bibliográfica e análise documental baseada em manuais e programas de diferentes épocas deste nível de ensino. Observou-se algumas aulas de Matemática dos sujeitos implicados e conteúdos nos cadernos dos alunos, lecionados pelos professores afectos à escola em causa. Após compreensão da realidade vivenciada na escola, foi realizada uma formação didáctico-metodológica em modo de seminário com os professores, mediante adoção de uma estratégia na actuação pedagógica durante o período de férias do ano 2020. E na última etapa, fez-se uma verificação dos resultados após intervenção para averiguar os benefícios alcançados na realização da mesma.

3.3 Descrição da intervenção pedagógica

Para um detalhe pormenorizado sobre a trajetória das situações abordadas ao longo da nossa intervenção, temos a dizer que, os professores mereceram uma apreciação logo no primeiro ano da actividade, isto é, no ano lectivo 2019/2020, para diagnosticar quais os problemas que afligiam este colectivo de profissionais que sempre reclamava-se, do baixo rendimento escolar, principalmente, quando se fala da Matemática.

Após esta apreciação e de outros comportamentos vivenciados como revela o ponto (3.1), surgiu a necessidade de uma intervenção pedagógica com o objetivo na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem na 6ª classe de uma escola, com foco na planificação, execução e avaliação. Esta intervenção pedagógica ocorreu em três etapas. Na **primeira** etapa propusemos um conjunto de actividades que continham as linhas de pensamento de como melhorar a situação em causa; A **segunda** etapa, realizou-se uma espécie de formação com a temática planificação, execução e avaliação do processo docente educativo (esta etapa só ocorria nos tempos livres da actividade laboral dos professores) e a **terceira** focalizou-se na avaliação dos alunos desses professores ora formados, no ano letivo seguinte (tabela nº 01) e em outros instrumentos de colheita de dados tal como debruçam as figuras 4,5,6 e 7 deste manuscrito.

Na 2.ª etapa, tal como se vê a sua descrição abaixo, foi subdividida em três sessões:

1.ª Sessão: Planificação como sendo a previsão das distintas acções a realizar. As suas abordagens foram de uma profunda abrangência por ser um dos fatores condicionantes do sucesso escolar. Esta sessão envolveu aspectos essenciais sobre tipos de planificação (longo, médio e curto prazo), modelos utilizados, formas, elementos principais a ter em conta,

instrumentos necessários, entre outros. Partilhou-se aos formandos a necessidade de se ter em conta o tipo de aula, o meio envolvente do aluno, o contexto em que decorrem as aulas, as condições dos materiais didácticos e meios de ensino, a pré-disposição dos alunos, condições materiais da instituição e entre outros aspectos inerentes ao processo. Relembrou-se ainda sobre a observância das características de um bom plano de aulas como: coerência, adequação, flexibilidade, continuidade, precisão, clareza e riqueza. Um plano para elaboração do qual não se exigem receitas, mas que todos podemos ser capazes de construir.

Quanto a isso tivemos como comprovante, os modelos de plano de aulas contextualizados com as componentes principais:

- a) Cabeçalho, onde figuram os preliminares correspondentes a identificação do plano; Tema, Subtema, Assunto, Objectivos e Métodos;
- b) Primeira parte (**Introdução**): que realça a criação das condições para o novo conteúdo e orientação para o objectivo da aula;
- c) Segunda parte (**Desenvolvimento**): responde ao tratamento do conteúdo que serve como base/suporte para o alcance dos objectivos;
- d) Última parte (**Conclusão**): secção que retrata da síntese parcial ou total, consolidação dos conhecimentos adquiridos na aula para aferir as considerações finais que assinalam de certo modo o alcance dos objectivos, tarefas, entre outros.

2.ª Sessão: Execução como sendo um momento de concretização da planificação do professor, onde este exerce o duplo foco (de si mesmo e do aluno). Nesta sessão tratou-se de: situações relacionadas com a realização do processo num único todo completo, buscando compreender o conteúdo a planificar, seus componentes, critérios de selecção, a organização em planos distintos, critério de organização, assim como sua classificação; objectivos, as funções dos objectivos, os principais julgamentos da teoria dos objectivos, a classificação dos objectivos (tipos), entre outros; métodos, critérios de selecção, classificação dos mesmos tanto pela fonte de aquisição dos conhecimentos como pela relação da actividade professor-aluno, bem como, pelo carácter da actividade cognitiva; técnicas que accionam a operacionalização do método; meios a utilizar na realização de uma determinada aula, assim como o modo de manuseamento em si, tendo como comprovante a guia/grelha de observação de uma aula. Quer isso dizer que, para execução de uma aula, a nossa estratégia situa-se no cumprimento rigoroso da guia/grelha de observação, pois, é nela onde figuram todos os indicadores necessários para a concretização dos objectivos a alcançar pelos educandos e não só a própria trajectória da direcção competente do professor que está sendo avaliado.

3.ª Sessão: Avaliação como sendo a componente dos processos de ensino e aprendizagem através da qual se efectua a verificação do processo e dos resultados da aprendizagem dos alunos, ela tem de estar presente em todo processo, cumprindo assim as diferentes funções didácticas. Portanto, é feita no domínio cognitivo e afectivo. Nesta sessão, procurou-se conservar variados aspectos como: avaliação das aprendizagens em si, a co-avaliação, auto-avaliação, as características que se devem ter em conta numa avaliação, as vias, tipos, formas, técnicas, fases, suas dificuldades e implicações, funções, entre outros. Dentro dos tipos de avaliações debateu-se situações sobre as provas pedagógicas e seus tipos (provas de desenvolvimento, provas objectivas de respostas breves e provas mistas ou combinadas); características de cada um dos tipos de provas, suas vantagens e dificuldades; os passos a seguir na elaboração das provas

pedagógicas, a chamada “matriz de uma prova”. É na matriz da prova onde se prevê a determinação dos objectivos, precisão do conteúdo, redacção das perguntas, elaboração da chave e cotação ou qualificação e os requisitos para a aplicação das provas psicopedagógicas entre outros. Foi também necessário realçar diante dos participantes que é importante que sejam proporcionados aos alunos vários momentos de avaliação, multiplicando as suas oportunidades de aprendizagem e diversificando os métodos a utilizar, pois assim, se permite que os educandos apliquem os conhecimentos que vão adquirindo, exercitem e controlem eles próprios as aprendizagens e competências a desenvolver sobre as dificuldades e progressos alcançados.

Diante desta realidade, viu-se que tudo que tem a ver com avaliação, tem como comprovante a matriz de uma prova de Matemática tal como se revelam os procedimentos resumidos abaixo:

- a) Cabeçalho, onde figuram os preliminares correspondentes à identificação do plano avaliativo;
- b) **Intervenientes:** Professor Titular de Matemática, Supervisor das práticas Pedagógicas e Professor estagiário de Matemática se for o caso;
- c) **Material necessário:** Esferográfica, folha de formato A_4 ; uma folha de rascunho, lápis e borracha;
- d) **Número de perguntas:** designação numérica das questões da prova de acordo com os objectivos previsto na matéria leccionado (1, 2, 3, 4, 5, 6,...);
- e) **Tipos de perguntas:** Objectivas e composição curta, combinadas (mista) ou de desenvolvimento;
- f) **Objectivos específicos:** (aquilo que o aluno será capaz de fazer como consequência do seu desempenho) desempenho observável;
- g) **Conteúdo:** Unidade ou subunidade temática que forma a base para o alcance dos objectivos (sequência de aulas com um sentido lógico formando um todo);
- h) **Competências:** Excelente domínio ou pleno conhecimento das matérias que se deseja estimular ao aluno traduzindo-se numa aprendizagem significativa;
- i) **Enunciado:** Conjunto de perguntas provenientes do conteúdo que se deseja avaliar;
- j) **Chave:** Conjunto de respostas lógicas ao questionário anteriormente concebido;
- l) **Cotação:** Valoração de acordo com a importância, peso ou impacto que cada questão traz dentro do conteúdo;
- m) **Indicadores ou critérios de avaliação:** Quadro onde se moderam as regras da cotação de cada questão, sobre avanços ou fracassos registados ao longo do desenvolvimento da prova.

Terminada a abordagem das sessões da 2ª etapa, os formandos foram submetidos a uma avaliação prévia (simulada) num curto espaço de tempo correspondente a 45 minutos para averiguar o nível de compreensão no traçado de modelos de plano de aulas, bem como de matriz de uma prova pedagógica, tendo em conta os principais elementos na execução de tais modelos, que na qual uns decidiram elaborar matriz e outros planos de aulas. Apesar de ser uma avaliação prévia, realçou um certo equilíbrio na preservação dos princípios fundamentais exigidos para a

elaboração de qualquer um destes modelos. A prática ocorreu em sala de aulas na mesma escola que se constitui o nosso campo de actuação. Após esta avaliação, com a finalidade de aferir a validade da estratégia adoptada, os professores formados foram aplicando os conhecimentos adquiridos na execução das suas tarefas logo no começo do ano lectivo 2021 permitindo comparar os níveis das aprendizagens dos seus educandos antes e depois da intervenção pedagógica (tabela nº01).

Quanto à observação de aulas antes e a pós intervenção pedagógica, também ocorreu em salas de aulas da referida escola.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Ao longo da intervenção pedagógica os participantes, 16 professores de uma Escola Primária de Angola, foram-se apercebendo da importância da planificação, execução e avaliação na sua prática, tendo-se verificado mudanças na sua actuação.

Na figura 4 exibimos a matriz de uma prova feita por um dos professores depois de frequentar a formação, aspeto que antes era descurado ou mesmo desconhecido. Apesar de ter sido feita com muita pressa, mas no ponto de vista revela os princípios fundamentais que regem a elaboração de uma prova pedagógica, visto que dela se especifica a determinação dos objectivos, precisão do conteúdo, redacção das perguntas, elaboração da chave e cotação ou qualificação, embora em partes parece ser abstracta a chave por questão do tempo. Uma pequena dificuldade que se deve trabalhar nos próximos momentos em situações de género, é a transposição didáctica dos saberes em que se exige a vigilância epistemológica, isto é, do “saber sábio ao saber ensinado”(Marques, n.d.) , aspecto este tem provocado um pouco de desconforto na actuação docente.

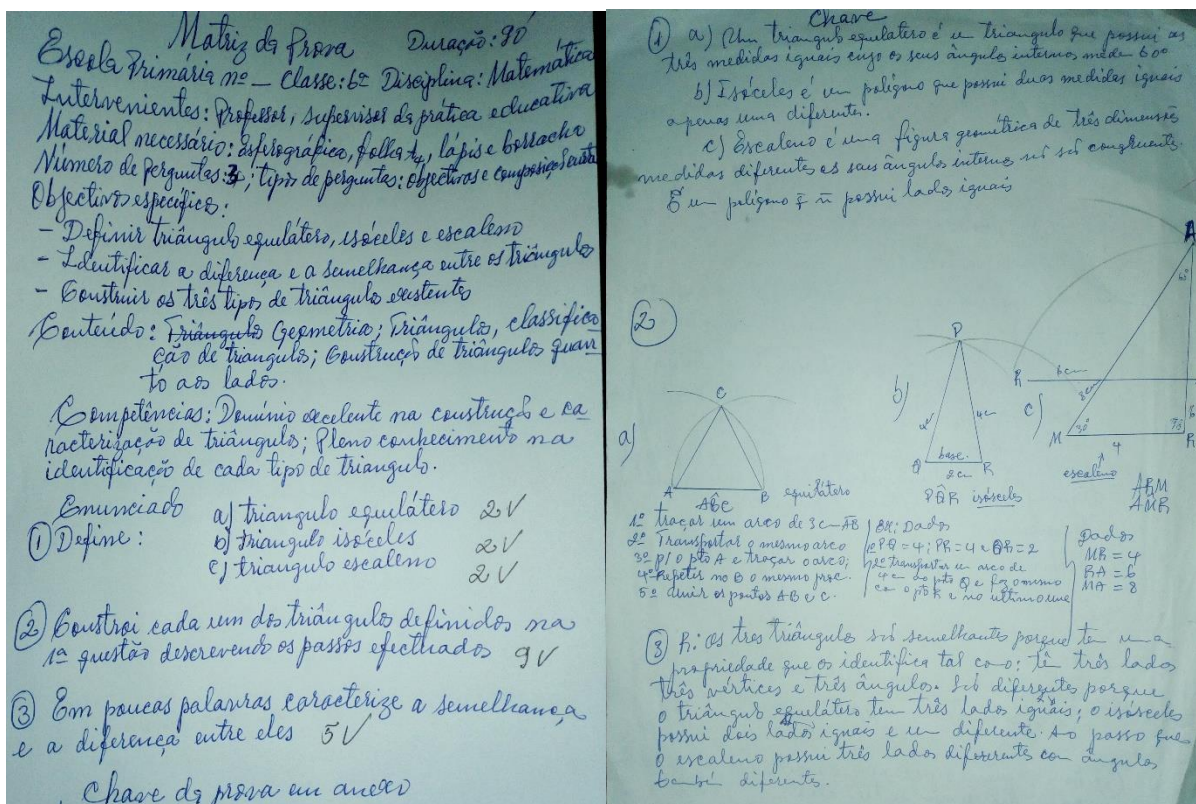


Figura 4 Matriz de uma prova após intervenção pedagógica.

As mudanças também apareceram no modo dos professores orientarem a escrita dos cadernos dos seus alunos. A imagem do caderno de um aluno (figura 7) após a frequência do seu professor na formação mostra melhorias relativamente à imagem na figura 3. Pois que nesta, o Professor faz uma reativação do dispositivo do conhecimento, isto é, buscou os pré-requisitos para o asseguramento da nova matéria em espécie de uma revisão/recapitulação do ano anterior, mas registou-se uma falha nos preliminares, o subtema seria operações com os nºs naturais e racionais absolutos e o Assunto é o subtema que aí existe. Quanto ao desenvolvimento do conteúdo, ele faz uma abordagem clara e objectiva, buscando a representação dos conjuntos numéricos e os números que pertencem a cada um deles, apesar de não ter terminado a aula.

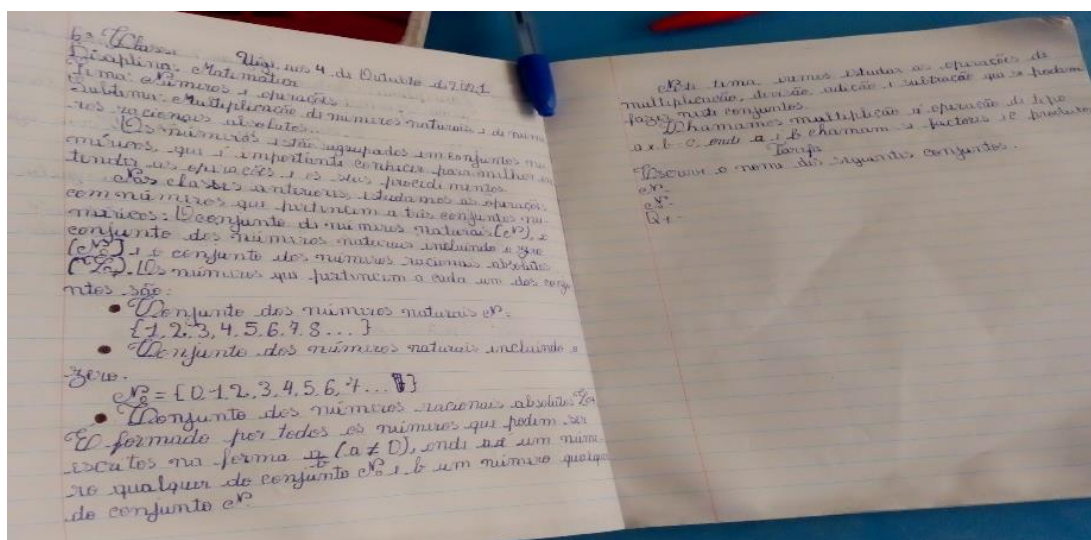


Figura 5 Conteúdo do caderno de um aluno após intervenção pedagógica.

Os professores aprenderam a elaborar planos de aula e passaram a fazê-lo normalmente. A figura 6 ilustra um plano de aula bem feito, realizado por um dos participantes após intervenção pedagógica. Aqui verifica-se a observância dos princípios exigidos na planificação de uma aula, se reparar bem, o plano em causa contém preliminares, objectivos bem traçados, métodos, meios e referências bibliográficas embora o conteúdo encontra-se em anexo.

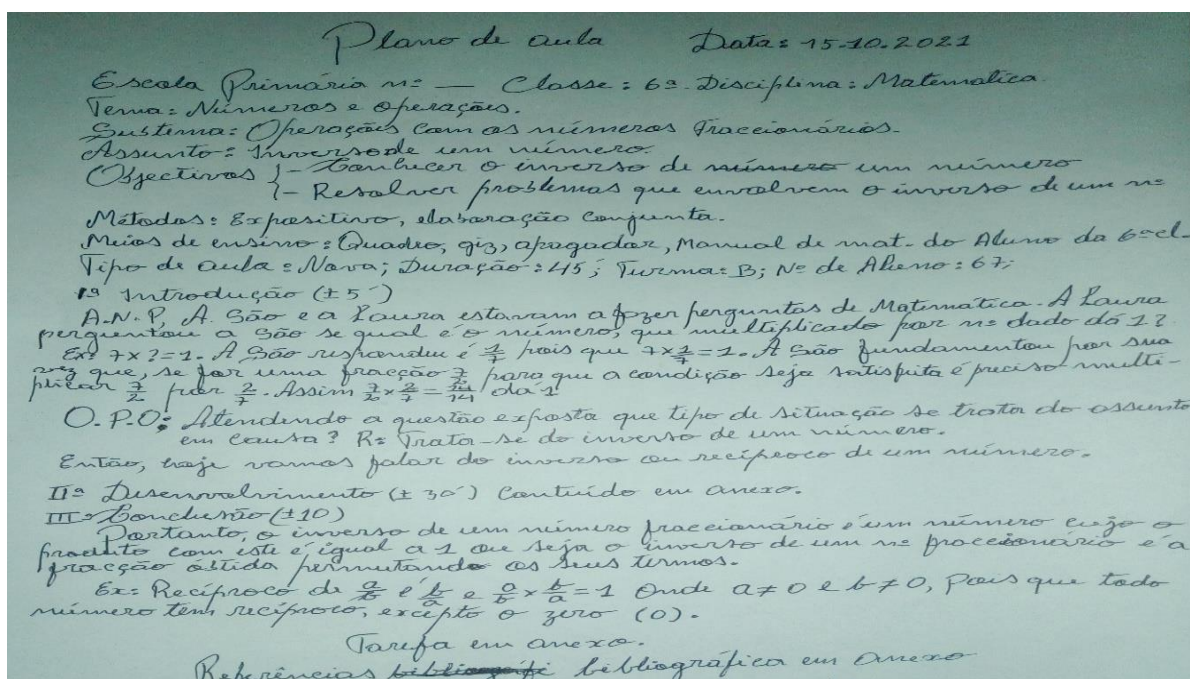


Figura 6 Plano de aula simulada referente avaliação dos Professores após intervenção pedagógica.

Com o apoio da Guia de observação da aula verificamos a evolução dos participantes na formação, o que a leitura do guião reflecte, nas figuras 1 e 7, antes e depois da intervenção pedagógica, para o mesmo professor, ilustra um desses casos positivos:

APÊNDICE 02: GUIA OU GRELHA DE OBSERVAÇÃO DE UMA AULA

Nome completo do formador: [Redacted] Classe 6ª Turma A

Escola: [Redacted] Disciplina Matemática Data 10/12/21 Hora 7H30'

Unidade Temática: I - Números e Operações

Assunto: Divisão de dois números decimais Lição nº: 23

Itens		1 Mau	2 Md	3 Suf	4 Bm	5 MB
1. Planificação da aula						
1.1	Definição dos objectivos					X
1.2	Relação: Objectivo-Conteúdo-Método-Meios					X
2. Introdução						
2.1	Controlo da tarefa do dia anterior				X	
2.2	Criação das condições prévias para o novo conteúdo e adequação à orientação para os objectivos da aula					X
3. Desenvolvimento						
3.1	Domínio excelente do conteúdo				X	
3.2	Uso adequado da Linguagem oral e escrita				X	
3.3	Grau de participação dos alunos				X	X
3.4	Prestação de atenção individualizada				X	
3.5	Gestão do tempo e espaço				X	
3.6	Propício clima afetivo na comunicação com os alunos e aspectos educativos durante a aula					X
3.7	Utilização de estratégias de E/A adequadas as necessidades dos alunos na turma					X
3.8	Gerência segura e flexibilidade em situações problemáticas e conflituosas				X	
4. Avaliação						
4.1	Realização da avaliação contínua e utilização dos instrumentos de avaliação planificados					X
4.2	Grau de participação dos alunos na avaliação					X
4.3	Objectividade das questões de avaliação (tipo)					X
5. Metodologias Utilizadas						
5.1	Metodologia semi participativa ou participativa				X	
6. Manuseamento do Material						
6.1	Orientação à observação dos meios de ensino e sua utilização				X	
7. Conclusões						
7.1	Perguntas de control				X	
7.2	Resumo da aula (síntese parcial/total)					X
7.3	Orientação de tarefa para casa					X
7.4	Cumprimento dos objectivos propostos da aula					X
8. Relação plano de aula-aula						
8.1	Cumprimento do plano de aula				X	
8.2	Adequação de forma positiva ao plano de aula em função aos imprevistos.				X	
9. Atitude do professor observado						
9.1	Relações humanas com os alunos				X	
9.2	Criatividade e sentido de auto-crítica					X
O (A) Formando		O (A) Supervisor				

Figura 7 Guia de observação de uma aula após intervenção pedagógica

Tabela 1- Comparação dos resultados do aproveitamento escolar dos alunos antes e depois da intervenção pedagógica

Turmas	Número de alunos matriculados (igual ao número de alunos avaliados)	Diagnóstico do problema antes do estudo 2020		Resultados do aproveitamento escolar após o estudo ano 2021/2022	
		Aptos	%	Aptos	%
A	35	21	60	33	94.3
B	37	20	54	34	92
C	45	25	55.5	41	91
D	53	32	60.3	50	94.3
E	60	33	55	54	90

Como se pode observar a comprovação dos resultados que na turma A houve um rendimento considerável, pois que de 21 para 33 alunos recuperados tem um avanço significativo

de 12 alunos correspondente a um diferencial positivo de 34,3%; Na turma *B* um diferencial positivo de 38%; Na turma *C* com 35,5% de avanço; Na turma *D* com 34% e na turma *E* finalmente com um diferencial positivo de 35% de avanço por parte dos alunos que beneficiaram novas experiências com os professores ora formados.

Com estes resultados podemos afirmar que a avaliação da nossa intervenção é tida positiva pelo facto de ter gerado um rendimento produtivo no crescimento profissional do professor e das aprendizagens dos alunos conforme as ilustrações e tabela acima representada.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A partir da intervenção pedagógica feita e dos resultados obtidos, apresentam-se diretrizes essenciais para orientação laboral do professor na sua prática diária, tendo em conta as novas tendências que visam atualização contínua da pessoa do professor na transposição didáctica para manter seu perfil firme e pronto em todos os tempos. Da análise feita nos escritos, programas e manuais de reforma curricular, entrevistas por meio de questionários, observação de aulas, entre outros permitiu-nos despertar o interesse pela pesquisa e inovação na descoberta para novos caminhos no sentido de inculcar o espírito de criatividade tanto no professor como no aluno afim de, contribuir significativamente nalgumas vezes na elaboração de planos de aulas, matrizes e no cumprimento rigoroso dos indicadores da grelha de observação que serve como elemento despertador para toda actividade pedagógica no desempenho laboral do docente.

Em conformidade com os resultados encontrados no diagnóstico anterior e da verificação da eficácia da nossa intervenção pedagógica, concluiu-se que:

1. Com aplicação das estratégias metodológicas propostas no trabalho (implementação da prática educativa), verifica-se satisfação no rendimento escolar dos alunos como ilustra a tabela nº 01 que revela os resultados do ano letivo 2021 e nas figuras 4 a 7 relativas a pós realização da intervenção pedagógica. Por outro, na guia de observação da aula após intervenção revela melhoria no rendimento a respeito do aperfeiçoamento na actuação pedagógica do professor assim como na transposição didáctica;

2. A necessidade da intervenção surgiu em grande parte da realidade frisada em 3.1, a descrição serviu para irradiação de problemas didácticos-pedagógicos em sala de aulas (3.3) e avaliação da mesma mostrou de forma reflexiva o nível de competências alcançadas após a formação.

Apesar dos resultados alcançados, ainda existem habilidades por se trabalhar no modo de actuação em campo prático para se matar por completo a monotonia que se regista como uma constante, no caso (saber distinguir o assunto do subtema, o subtema do tema principal em abordagem e por outro o profissional deve possuir vigilância epistemológica do saber sábio até ao saber ensinado). É desejável que os supervisores pedagógicos actuem, sequencialmente, em todas as escolas do país para despertar de certo modo a consciência e responsabilidade do profissional em campo.

REFERÊNCIAS

- Alves, F. R. V. (2011). *Didática e Metodologia do Ensino de Matemática - EAD*. Universidade Aberta do Brasil. https://www.academia.edu/5253284/Didática_e_Metodologia_do_Ensino_de_Matemática_EAD
- Amado, N. (2022). Representações múltiplas no ensino e aprendizagem da matemática. *Educação e Matemática*, (166) 2–6. <https://quadrante.apm.pt/article/view/28086>
- Anónimos. (n.d.). O Dia Mundial do Professor. *Jornal de Angola*. <https://www.jornaldeangola.ao/ao/noticias/o-dia-mundial-do-professor/>
- António Guebe. (n.d.). Da Reforma Educativa no ensino não universitário, em Angola. *Jornal de Angola*. <https://books.openedition.org/cei/1133?lang=en>
- Barbetta, P. A. (2008). *Estatística aplicada às ciências sociais*. Ed. UFSC.
- Echevaria, F. S. M. H. R. (2017). *Aplicação da Didáctica no Ensino Superior* (Mayamba (ed.); 1ª Edição).
- Eucilio, E. (2018). Exigida no Uíge melhor planificação das aulas. *Jornal de Angola*. <https://jornaldeangola.ao/ao/noticias/exigida-no-uige-melhor-planificacao-das-aulas/>
- Fazenda, J. A. (2006). *Didáctica da Matemática Subsídios Pontuais*. T. E. LDA-ANGOLA (ed.); 1ª Edição. Novembro de 2007 Luanda Sob nº 4205/06.
- Feliciano, B., Ferreira, T., & Campos, T. (2019). Planejar, executar e avaliar. *Revista W/Educação*, 2(1), 48-73. <http://weducacao.emnuvens.com.br/weducacao/article/download/31/48>
- Ghedin, E. (2012). *Teorias psicopedagógicas do ensino aprendizagem*. Boa Vista: UERR Editora, 309. <https://www.scribd.com/document/212351492/Teorias-Psicopedagogicas-Evandro-Ghedin>
- Guebe, A. (2020). *Da Reforma Educativa no ensino não universitário, em Angola, educador e educando falam: o caso da Província do Bié*. Atas de COOPEDU IV — Cooperação e Educação de Qualidade, 331-344. <https://books.openedition.org/cei/1133?lang=en>
- Kaptiya, F. (2008). *A B C de Metodologia Científica*. S. diocesano de Pastoral (ed.); 1ª edição.
- Kundongende, J. D. (2013). *Crise e resgate dos valores morais, cívicos e culturais na sociedade angolana*. Huambo: Ministério da Educação de Angola.
- Lima, M. (2019). Planificação da aula. *Jornal de Moçambique*. <https://mateusjuliolima.blogspot.com/2019/11/planificacao-da-aula.html>
- da Silva, M. M., Kemczinski, A., & dos Santos, G. M. T. (2022). O Uso das Metodologias Ativas nas Áreas de Matemática e Ciência da Computação: um Mapeamento Sistemático da Literatura. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 15(1), 36-46. <https://doi.org/https://doi.org/10.17921/2176-5634.2022>
- Marques, N. L. R. (n.d.). Transposição Didática dos Saberes. [Comunicação] *Simpósio*. PRONECIM, Brasil. https://www.nelsonreyes.com.br/Transposição_Didática_10º_Simp.pdf
- Matos, J. M. (2006). A penetração da Matemática Moderna em Portugal na revista Labor. *UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 5, 91–110. <https://core.ac.uk/download/pdf/328833426.pdf>
- Oliveira, H., Mendes, F., & Henriques, A. (2022). A investigação sobre o ensino e a aprendizagem de temas matemáticos publicada em 30 anos da revista Quadrante. *Quadrante*, 31(2), 32-62. <https://quadrante.apm.pt/article/view/28086>
- Oliveira, W. M. (2016). *Uma abordagem sobre o papel do professor no processo ensino/aprendizagem*. https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_28_1391209402.pdf. Acesso em, 02/03/2023.
- Pereira, B. T. (2016). *O uso das tecnologias da informação e comunicação na prática pedagógica da escola*. <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1381-8.pdf>
- Pereira, E., & Klüber, T. E. (2022). Práticas de Estágio Supervisionado na Licenciatura em Matemática no Estado do

- Paraná. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 17, 1-23.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5007/1981-1322.2022.e86912>
- Ponte, J. P. (2020). A didática da matemática e o trabalho do professor. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(3), 809–826. [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/45644/1/Ponte RBCEM 2020.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/45644/1/Ponte%20RBCEM%2020.pdf)
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. N. H. Feevale.
- Puentes, R. V. (2014). *Didática da Matemática*. CEAD/UFU.
[https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25220/1/Didática da Matemática.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25220/1/Didática%20da%20Matemática.pdf)
- Santos, L., Serrazina, L., & Martinho, M. H. (2022). Estudos sobre o professor que ensina Matemática ao longo de 30 anos na revista Quadrante. *Quadrante*, 31(2), 94-121 <https://quadrante.apm.pt/article/view/27813>
- Souza, J. C. de. (n.d.). As tendências psicopedagógicas da educação matemática. *Universidade Federal Da Paraíba II CONEDU*. <https://docplayer.com.br/46197618-As-tendencias-psicopedagogicas-da-educacao-matematica.html>
- Toscano, P. C. M. (2012). Acompanhamento Do Professor Principiante Em Sala De Aula -Estudo de Caso. [Dissertação de mestrado]. Escola Superior de Educação João de Deus.
<https://core.ac.uk/download/pdf/62687582.pdf>
- Viana, D. S. B., & Menduni-Bortoloti, R. D. A. (2021). Estágio Supervisionado contribuindo com o processo formativo de uma mestranda em estágio de docência na pandemia. *Revista Baiana de Educação Matemática*, 2(01), e202118-e202118. <https://doi.org/10.47207/rbem.v2i01.12165>
- Zuffi, E. M., Meneghetti, R. C. G., & Lamim Netto, M. D. S. (2022). Tornando-se um professor de matemática autônomo para gerar um ambiente de ensino e aprendizagem enriquecido. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática-JIEEM*, 15(1), 80-89.. [https://doi.org/https://doi.org/10.17921/2176-5634.2022.v,15 n1 p80-89, 2022](https://doi.org/https://doi.org/10.17921/2176-5634.2022.v,15.n1.p80-89,2022)

SENTIDOS DA MULTIPLICAÇÃO E A APLET MULTIPLICAÇÃO DA PLATAFORMA HYPATIAMAT

MEANING OF MULTIPLICATION AND THE MULTIPLICATION APLET OF THE HYPATIAMAT
PLATFORM

LOS SENTIDOS DE LA MULTIPLICACIÓN Y LA APLET MULTIPLICACIÓN DE LA PLATAFORMA
HYPATIAMAT

Yelitza Freitas¹, Ricardo Pinto^{1,2}, Virgílio Rato¹, Ana Gomes³ & Fernando Martins^{1,4}

¹Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, i2A, NIEFI, Portugal

²Associação Hypatiamat, Portugal

³Escola Básica da Solum Sul, Portugal

⁴Instituto de Telecomunicações, Portugal

yelitzamafreitas@gmail.com

RESUMO | Este artigo foca-se no uso da plataforma *Hypatiamat* na prática letiva de uma professora estagiária com o objetivo de promover a compreensão e de superar as dificuldades observadas nos alunos do 2.º ano de escolaridade do 1.º Ciclo do Ensino Básico sobre os sentidos da multiplicação. Apresenta-se a implementação das cinco sessões que integraram a *applet* Multiplicação da plataforma *Hypatiamat*. Os resultados confirmam que a integração da plataforma *Hypatiamat* na prática educativa contribuiu para a compreensão e aprofundamento dos conhecimentos relacionados com os sentidos da multiplicação de alguns alunos. Discutem-se algumas dificuldades sentidas pela professora estagiária na gestão simultânea do comportamento e dificuldades dos alunos, que poderão ter interferido nos resultados e deverão ser consideradas em intervenções futuras.

PALAVRAS-CHAVE: Artefactos Digitais, Operações Aritméticas, Matemática Elementar, Aprendizagem Colaborativa.

ABSTRACT | This article focuses on the use of the *Hypatiamat* platform in the educational practice of a trainee teacher with the aim of promoting understanding and overcoming the difficulties observed in students of the 2nd year of schooling of the Primary School about the meanings of multiplication. The implementation of the five sessions that integrated *Hypatiamat* platform Multiplication applet are presented. Results confirm that the integration of *Hypatiamat* platform in the educational practice has contributed to the understanding and deepening of knowledge related to the meaning of multiplication, for some students. We discuss some difficulties experienced by the trainee teacher in managing students' behavior and students' difficulties, which may have interfered with the results, and should be considered in future interventions.

KEYWORDS: Digital Artifacts, Arithmetic Operations, Elementary Mathematics, Collaborative Learning.

RESUMEN | Este artículo se centra en la aplicación de la plataforma *Hypatiamat* en la práctica educativa de una profesora en formación con el objetivo de favorecer la comprensión y superar las dificultades observadas en alumnos del 2º año de escolaridad de la Educación Primaria sobre los sentidos de la multiplicación. Se presenta la implementación de las cinco sesiones que integraron la aplicación Multiplicación de la plataforma *Hypatiamat*. Los resultados confirman que la integración de la plataforma *Hypatiamat* en la práctica educativa ha contribuido para la comprensión y profundización de los conocimientos relacionados con los sentidos de la multiplicación de algunos alumnos. Se discuten algunas dificultades experimentadas por la profesora en formación en la gestión simultánea del comportamiento y dificultades de los alumnos, que pueden haber interferido en los resultados y deberán tenerse en cuenta en futuras intervenciones.

PALABRAS CLAVE: Artefactos Digitales, Operaciones Aritméticas, Matemática Elemental, Aprendizaje Colaborativo.

1. INTRODUÇÃO

A resolução de problemas envolvendo a multiplicação nos sentidos aditivo e combinatório aparece nas Aprendizagens Essenciais (AE) a partir do 2.º ano de escolaridade do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) (ME, 2018). De acordo com Ribeiro e Almeida (2022), a resolução de problemas e os momentos de discussão são oportunidades para a compreensão dos sentidos da multiplicação.

Alguns autores referem que a utilização de Artefactos Digitais (AD) pode motivar os alunos e favorecer o ensino e a aprendizagem da Matemática, quando utilizados de forma adequada e com intenção pedagógica (Costa et al., 2021; Martins et al., 2018; Verdasca et al., 2020).

A melhoria da qualidade das aprendizagens e os resultados matemáticos dos alunos são influenciados pela ação do professor e o seu conhecimento (Costa et al., 2021; Rodrigues et al., 2022).

A prática educativa aqui apresentada foi realizada numa turma constituída por 24 alunos do 2.º ano do 1.º CEB. Esta turma apresentava dificuldades na compreensão dos sentidos da operação aritmética multiplicação. No sentido aditivo, tinham dificuldades em distinguir o significado dos fatores no contexto da tarefa. No sentido combinatório, as dificuldades surgiam quando o número de combinações aumentava e não sabiam como utilizar a multiplicação para calcular as combinações possíveis.

Neste sentido, emergiu a problemática relacionada com o objetivo desta intervenção pedagógica: De que forma se pode integrar a *applet* Multiplicação da Plataforma *Hypatiamat* na sala de aula para promover a compreensão dos sentidos da operação aritmética multiplicação?

A implementação da aprendizagem colaborativa, com recurso à *applet*, exigiu uma estruturação por parte da Professora Estagiária (PE). Desta forma, foram planificadas e implementadas cinco sessões, tendo em conta as AE (ME, 2018) e seguindo o modelo das 4 fases de Canavarro et al. (2012), designadamente: *Introdução da tarefa* (fase 1); *Desenvolvimento da tarefa* (fase 2); *Discussão da tarefa* (fase 3) e, *Sistematização das aprendizagens matemáticas* (fase 4). Cada fase, descreve as ações desenvolvidas pelo professor durante a aula.

A literatura aponta muitas potencialidades em relação ao uso da Plataforma *Hypatiamat* (PH) nos processos de ensino e de aprendizagem matemática, em particular a autonomia dos alunos, a melhoria do seu desempenho, atenção e motivação (Hortênsio, 2020; Pires, 2021; Santos, 2021; Verdasca et al., 2020). A *applet* Multiplicação da PH foi escolhida por permitir aprendizagens efetivas sobre os sentidos da operação aritmética multiplicação.

Assim, esta implementação didática teve como objetivo o aprofundamento dos conhecimentos dos alunos do 2.º ano de escolaridade do 1.º CED sobre os sentidos da operação aritmética multiplicação, com recurso à PH.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Em qualquer que seja o ciclo de escolaridade, deve-se considerar a utilização de AD no ensino e aprendizagem da Matemática (ME, 2018; ME, 2021). A respeito disto, os AD têm sido destacados e valorizados nas práticas dos professores de Matemática (Costa et al., 2021; Martins et al., 2018; Verdasca et al., 2020).

2.1 Operação aritmética multiplicação

Em termos de modelação de situações, a multiplicação é considerada complexa ao nível cognitivo por estar relacionada a um determinado raciocínio e por conferir novos significados aos números (Ribeiro & Almeida, 2022). Segundo Cosme et al. (2021), a resolução de problemas pode contribuir para a compreensão dos conceitos. Do mesmo modo, Ribeiro e Almeida (2022) consideram que o entendimento dos sentidos da multiplicação deve associar-se à resolução de problemas.

A multiplicação envolve uma relação constante entre duas quantidades (Ribeiro & Almeida, 2022).

Na multiplicação de dois números inteiros, por exemplo $3 \times 2 = 6$, os números 3 e 2 são os fatores e o 6 é o produto (Parker & Baldrige, 2004).

De acordo com Troutman e Litchtenberg (1995), os problemas que envolvem a multiplicação têm três tipos de interpretações: aditivo, fila-por-coluna e combinação. Estas interpretações são consideradas por Ribeiro e Almeida (2022) como: adição sucessiva de parcelas iguais, configuração retangular e combinatória.

De acordo com Loureiro (1997), a adição sucessiva de parcelas iguais associa-se a uma adição repetida (e.g. $2 + 2 + 2 = 3 \times 2 = 6$), excluindo o zero como fator. Admitindo a operação $3 \times 2 = 6$, a primeira quantidade corresponde ao número de vezes (3) que se irá repetir a segunda quantidade (2), que se mantém inalterável (Ribeiro & Almeida, 2022). Neste sentido da multiplicação, as representações 3×2 e 2×3 , apesar de apresentarem o mesmo produto (6), têm significados distintos (Ribeiro & Almeida, 2022).

De acordo com Troutman e Litchtenberg (1995), na configuração retangular é determinada a quantidade de elementos dispostos num formato retangular, envolvendo um determinado número de linhas e tendo cada linha o mesmo número de elementos. Novamente, as representações 3×2 e 2×3 têm orientações distintas, uma vez que podem representar respetivamente três colunas com dois elementos ou duas colunas com três elementos (Ribeiro & Almeida, 2022).

No sentido combinatório, está explícita a combinação de elementos de diferentes conjuntos, em que o resultado é a quantidade total das diferentes combinações possíveis (Troutman & Litchtenberg, 1995). Mais uma vez, as representações 3×2 e 2×3 têm significados distintos, na medida em que significam, respetivamente, a combinação de três elementos de um conjunto com dois elementos de outro conjunto, ou “dois elementos de um conjunto com três elementos de outro conjunto” (Ribeiro & Almeida, 2022, p. 102). Conforme Loureiro (1997), a aprendizagem deste sentido da multiplicação pode ser apoiada com a utilização de estratégias de apoio ao cálculo, como por exemplo o uso de quadros de dupla entrada ou um esquema em árvore.

De acordo com Santos (2021) e Ribeiro e Almeida (2022), os alunos apresentam dificuldades associadas aos sentidos da multiplicação.

Na resolução de problemas que envolvem a adição sucessiva de parcelas iguais, é comum os alunos sentirem dificuldades em diferenciar os contextos que indicam, por exemplo, 3×2 e 2×3 . Assim, é importante proporcionar-lhes diferentes situações que envolvam este sentido para que entendam que contextos distintos podem ter produtos iguais (Ribeiro & Almeida, 2022). Na

configuração retangular, os alunos sentem dificuldades em compreender “o uso da informação importante inerente às imagens que acompanham os enunciados” (Ribeiro & Almeida, 2022, p. 110) e as “situações associadas aos números utilizados nos contextos das tarefas” (Ribeiro & Almeida, 2022, p. 110). No sentido combinatório, os alunos sentem dificuldades em compreender de que forma acontecem as combinações e como podem calcular o produto dessas combinações através da multiplicação (Ribeiro & Almeida, 2022).

2.2 Artefactos Digitais

Atualmente, existe uma diversidade de AD direcionada para o ensino da Matemática (Drijvers, 2020). Os AD são considerados como ferramentas de apoio ao ensino e a aprendizagem que podem ser usados para a criação de ambientes estimulantes e desafiantes (Costa et al., 2021; Lopes & Costa, 2021). Seguindo a definição apresentada por Costa et al. (2021), os AD são:

“um tipo de produto de investigação que engloba software (inclui sistemas operativos, utilitários, programas de aplicação, multimédia, jogos de vídeo, sistemas lógicos); Conteúdo do website (inclui conteúdo textual, visual, ou auditivo como parte da experiência do utilizador; informação factual e análise de dados, ou trabalho fictício, imaginativo e/ou criativo, utilizando imagens, vídeo, áudio); meios digitais ou visuais (inclui filmes, documentários, jogos, animações); e conjunto de dados/bases de dados.” (p. 30)

De entre os AD disponíveis para serem utilizados nos processos de ensino e de aprendizagem, a PH tem sido apontada por vários estudos como um AD capaz de promover aprendizagens e contribuir para a motivação e a atenção dos alunos (Hortênsio, 2020; Pires, 2021; Santos, 2021).

De acordo com Pinto et al. (2022), o projeto *Hypatiamat* surgiu com a intenção de contribuir para a melhoria do desempenho escolar dos alunos na Matemática. Este projeto conta com a PH, com múltiplas aplicações hipermédias direcionadas para os conteúdos de Matemática do 1.º ao 9.º ano de escolaridade.

Esta plataforma online, contém aplicações de conteúdo que incluem problemas relacionados com os diversos conteúdos da Matemática, jogos sérios, recursos em *pdf* com propostas de atividades, guiões de exploração, propostas de planificação, entre outros materiais orientados para o ensino e aprendizagem da Matemática (Pinto et al., 2022). A plataforma conta ainda com um espaço, denominado de *backoffice*, que permite ao professor monitorizar o trabalho dos alunos e ter um *feedback* formativo do seu desempenho em tempo real (Pinto et al., 2022).

Os AD disponibilizados pela PH são apontados por Pinto et al. (2022) como ferramentas epistémicas que possibilitam ao aluno ter um papel ativo na construção do seu conhecimento, aprender de acordo com o seu ritmo e a autorregular a sua aprendizagem.

Um artefacto digital é considerado como ferramenta epistémica quando a sua utilização promove aprendizagens nos alunos e lhes permite construir o conhecimento de forma ativa (Lopes & Costa, 2019).

Autores como Drijvers et al. (2010), McKenzie (2001) e Tamborg (2021) consideram que a utilização de AD na sala de aula, e como ferramentas epistémicas, requer uma orquestração instrumental por parte do professor. A sua utilização envolve um processo de *gênese*

instrumental durante o qual o artefacto é transformado em instrumento (Carlsen et al., 2016; Drijvers et al., 2010). De acordo com Drijvers et al. (2010), este instrumento resulta da combinação entre o artefacto e os esquemas de instrumentação. O mesmo autor alega que os esquemas de instrumentação interligam os conhecimentos específicos do domínio (por exemplo, conhecimentos matemáticos) e os conhecimentos técnicos sobre o artefacto.

Uma orquestração instrumental, como descrito por Carlsen et al. (2016) e Trouche (2004), é definida por configurações didáticas e pelos seus modos de exploração. Conforme Drijvers et al. (2010) e Teixeira (2016), podemos distinguir três elementos que compõem uma orquestração instrumental utilizada pelos professores quando incluem AD na sala de aula: 1) a configuração didática; 2) o modo de exploração e 3) o desempenho didático. A configuração didática corresponde à organização dos artefactos no ambiente de aprendizagem (por exemplo, a escolha do AD). O modo de exploração refere-se à forma como o professor escolhe explorar a configuração didática de acordo com as suas intencionalidades didáticas. O desempenho didático envolve as decisões tomadas pelo professor no momento da aula (Drijvers et al., 2010; Teixeira, 2016).

De acordo com Lopes e Costa (2019), numa aula com orquestração instrumental existe uma preparação prévia, que resulta da escolha de uma configuração didática (neste caso um AD) e do modo de exploração. Esta preparação está sempre sujeita à componente de desempenho didático, ou seja, às decisões tomadas pelo professor durante a aula (Drijvers et al., 2010; Silva, 2021; Teixeira, 2016).

Conforme Saraiva (2018), as ações do professor, o modo como se apresentam as tarefas e como se concede autonomia aos alunos vai desenvolver ou não as práticas epistémicas dos alunos. Em Santos et al. (2018) estas práticas são apontadas como uma oportunidade para que os alunos desenvolvam competências que poderão ser usadas em diversos contextos e situações.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Os dados recolhidos e aqui apresentados são de uso exclusivo deste estudo, havendo o consentimento autorizado de todos os Encarregados de Educação e do Agrupamento de Escolas. Desta forma, mantém-se o anonimato dos alunos envolvidos.

Nas cinco sessões, os alunos resolveram, na *applet*, diversas situações problemáticas relacionadas com os sentidos da multiplicação. A interação dos grupos com a *applet* gerou um ambiente de aprendizagem colaborativa, com resultados positivos nos conhecimentos de alguns alunos em relação aos sentidos da multiplicação. Um ambiente de aprendizagem colaborativa exige que o professor estruture “a situação de aprendizagem de modo que os estudantes possam assumir o controlo do processo de aprendizagem” (Barkley et al., 2014, p.55). Desta forma, a integração deste artefacto digital, exigiu uma orquestração instrumental por parte da PE. Esta orquestração permitiu ainda uma evolução nas práticas epistémicas dos alunos.

Para identificar as dificuldades dos alunos, os mesmos resolveram um conjunto de situações problemáticas (que apresentamos na Figura 1) relacionadas com os sentidos da multiplicação.

Lê com atenção as seguintes questões. Responde mostrando como pensaste.

1. Ema mudou-se para a sua casa nova e transportou no seu carro os seus vasos de flores. Para isso, fez 3 deslocações, levando 2 vasos de flores de cada vez. Observa.

Primeira deslocação	Segunda deslocação	Terceira deslocação
		

1.1. Quantos vasos de flores levou a Ema, ao todo? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

2. Em cima da mesa da cantina da escola há 4 pratos com 2 maçãs em cada um dos pratos. Quantas maçãs há ao todo? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

3. A turma do 2.º C vai colar azulejos na parede do lavatório da sala. A professora explica aos alunos que vão precisar de formar 4 filas, cada uma com 5 azulejos. Quantos azulejos vão precisar os alunos? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.



3. O Tobias vai oferecer um presente de aniversário ao seu irmão, mas está indeciso com o embrulho. Ele tem 2 tipos de papel diferentes e 3 tipos de fitas diferentes. Ele pode escolher apenas um papel de embrulho e uma fita.

Podem escolher:



3.1. De quantas maneiras diferentes pode fazer o embrulho? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

Figura 1 Situações problemáticas iniciais.

Depois de identificadas as dificuldades, selecionou-se a *applet* Multiplicação no sentido de se superar essas dificuldades.

Assim, foram delineadas cinco sessões de aproximadamente 90 e 120 minutos cada, com foco nos conteúdos referidos anteriormente. Em cada sessão, os alunos resolveram, num ambiente de aprendizagem colaborativa, um conjunto de situações problemáticas (presentes nos *frames* da respetiva *applet*) com recurso a um computador portátil e um guião de exploração. Os *frames* trabalhados nas cinco sessões apresentam-se na Tabela 1.

Tabela 1 - *Frames trabalhados nas cinco sessões*

Sessão	Frames trabalhados
1	1, 2, 3, 4, 5 e 6
2	8, 9 a 19, 28 e 32
3	37, 38, 39, 40 e 41
4	42 e 45 a 54
5	55 e 60

A primeira sessão foi orientada para a adição sucessiva de parcelas iguais (sentido aditivo), a segunda direcionada para a configuração retangular, a terceira e quarta relacionadas com o sentido combinatório da multiplicação e a quinta orientada para a aplicação dos três sentidos da multiplicação.

Em cada sessão, os grupos acediam à *applet* Multiplicação através de um computador portátil e resolviam as situações problemáticas presentes nos *frames*. O guião de exploração próprio de cada sessão (Figura 2) continha as tarefas dos *frames* trabalhados e instruções para que os grupos pudessem ser autónomos na manipulação da *applet* e na resolução das tarefas. Durante a resolução das tarefas, os pares respondiam na *applet* e registavam os seus raciocínios no guião de exploração.

Lê com atenção as seguintes questões. Responde mostrando como pensaste.

55. Preenche os espaços.

Multiplicação

Na quinta do Tomás estão 3 grupos de pássaros cada um: um grande, um médio e um pequeno. O Tomás pensou: Com os pássaros da figura, quantos grupos diferentes podem formar, ainda com 1 pássaro grande, 1 pássaro médio e 1 pássaro pequeno?

3 9 15 27 30

Responde com um X.

Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

Preenche os espaços.

Multiplicação

Para um passeio escolar, fizeram-se grupos de 4 alunos. Repara:

• Quantos alunos foram ao passeio? $\square \times 4 = \square$

• No regresso, os alunos formaram grupos de 8. PISTA

• Quantos grupos de 8 foram formados? $\square \times 8 = \square$

Clica nas setas para encontrares a seguinte representação.

Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

Figura 2 Guião de exploração da 5.ª sessão.

Cada sessão foi organizada seguindo o modelo de 4 fases apontado por Canavarro et al. (2012) para uma aula de ensino exploratório. Cada sessão decorreu de modo semelhante entre si, com momentos de introdução das tarefas (fase 1), realização das tarefas (fase 2), partilha e discussão das tarefas (fase 3) e sistematização das aprendizagens Matemáticas (fase 4).

Na fase 1 de cada sessão, a PE propunha as tarefas aos alunos e estabelecia o objetivo da aula. Para tal, lia as informações previamente escritas no quadro branco (Figura 3). Ainda na fase 1, a PE fornecia informações sobre os aspetos operacionais das tarefas, isto é, utilizando o quadro interativo, explicava como deveriam manipular o *frame* para poder responder à tarefa.

Coimbra, 22 de março de 2022

Objetivo da aula: Compreender o sentido combinatorio da multiplicação

Tarefas

- Resolver as frames 37, 38 e 39.
- Ler com atenção as frames 40 e 41.
- Responder na folha antes de validar a resposta no computador.
- Explicar como pensaram no guião de exploração.
- Ler o enunciado com atenção.

Resolução das tarefas: 30 minutos

Representação: 30 minutos.

Lintere: 10 minutos.

Autoavaliação: 5 minutos.

Figura 3 Informações escritas no quadro branco (3.ª sessão).

Na fase 2, cada grupo acedeu à *applet* Multiplicação da PH e resolveu as situações problemáticas presente nos *frames*, respondendo no computador e no guião de exploração. Os alunos explicaram como pensaram no guião de exploração, utilizando esquemas, desenhos ou palavras (Figura 4).

Explica como pensaste em cada  usando esquemas, desenhos ou palavras.



Eu sei que eram 2 linhas de frascos de leite com morango e também eram duas linhas com frascos de leite com chocolate então eram 20 frascos ao todo.

Figura 4 Resolução feita pelo grupo 12 (2.ª sessão).

Durante a fase 2 a PE não corrigiu ou validou as resoluções dos alunos, nem lhes deu as respostas para que não perdessem o interesse no momento de discussão (fase 3) e para que fosse possível realizar um debate em torno das diferentes resoluções (Ribeiro & Almeida, 2022). Desta forma, enquanto os grupos resolviam as tarefas, a PE circulou pela sala de aula para fazer anotações, selecionar as resoluções dos grupos para a fase seguinte e orientar as dificuldades dos alunos com questões orientadoras, para que pudessem compreender o porquê das suas resoluções e levá-los a autorregular as suas aprendizagens. Ainda na fase 2, a PE foi alertando os alunos para pensarem e resolverem as tarefas de forma colaborativa, isto é, numa base de igualdade, ajudando-se mutuamente para atingir objetivos comuns (Damiani, 2008; Pacheco, 2019).

Em cada sessão, à medida que os grupos iam terminando a resolução das tarefas a PE comunicava que podiam resolver o *frame* 63 (Figura 5).

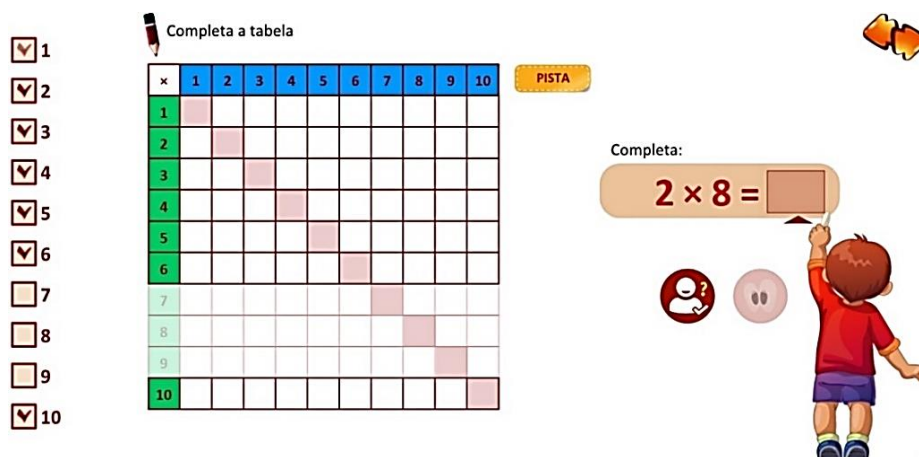
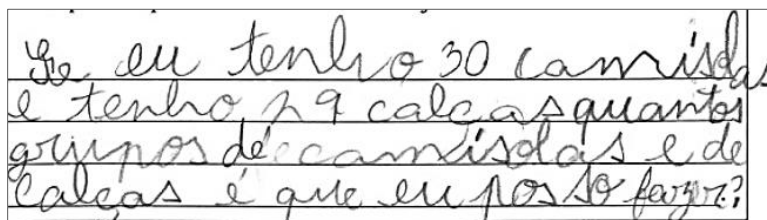


Figura 5 Frame 63 da *applet* Multiplicação.

Na fase 3, a PE projetava as resoluções dos grupos selecionados para que pudessem ser apresentadas e discutidas pela turma, de modo a promover o entendimento matemático relacionado com os sentidos da multiplicação (Ribeiro & Almeida, 2022).

Na fase 3 da segunda, terceira, quarta e quinta sessões, a PE esclareceu as dúvidas colocadas pelos alunos no momento de autoavaliação da sessão anterior (Figura 6). As dúvidas foram esclarecidas em grande grupo com recurso aos *PowerPoints* preparados pela PE (Figura 7).

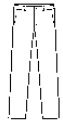


Se eu tenho 30 camisolas e tenho 29 calças quantos grupos de camisolas e de calças é que eu posso fazer?

Figura 6 Questão colocada pelo aluno X (3.ª sessão).

Se eu tenho 30 camisolas e tenho 29 calças quantos grupos de camisolas e de calças é que eu posso fazer?

Quantas camisolas tem? 30 

Quantas calças tem? 29 

30 × 29 = 870

R: Posso fazer 870 grupos de calças e camisolas.

Figura 7 Exemplo de diapositivo criado para o esclarecimento da dúvida do aluno X (4.ª sessão).

Na fase 4, os alunos preenchiam individualmente uma folha de sistematização (Figura 8), que abordava os conteúdos desenvolvidos ao longo da aula. Neste momento, a PE ia lendo as informações contidas na folha de sistematização e colocando questões para analisar a compreensão dos alunos acerca dos conteúdos trabalhados durante a sessão. A PE tratou de orientar as respostas dos alunos e fazer uma síntese diretiva dos conteúdos presentes na folha de sistematização.

No final da aula, foi utilizada a Técnica de Avaliação Formativa (TAF) “Bilhetes à Saída” como forma de autoavaliação dos alunos (Lopes & Silva, 2020). Os alunos registavam o que aprenderam, o que não compreenderam e colocavam uma questão que quisesse esclarecer sobre a aula (Figura 9).

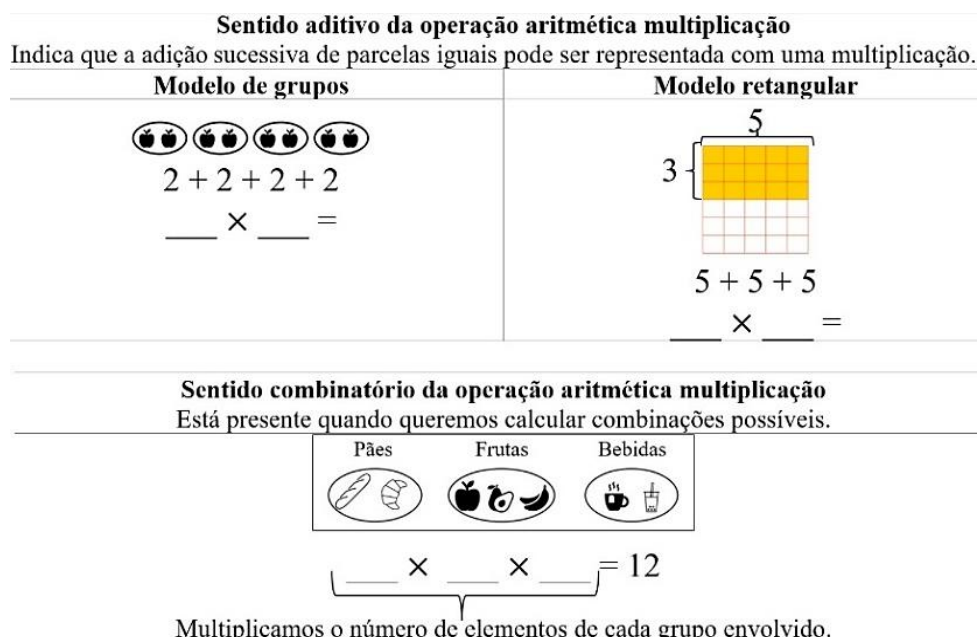


Figura 8 Folha de sistematização (5.ª sessão).

Autoavaliação da 1.ª sessão
Nome: _____ Data: _____
Hoje, durante a aula, aprendi:
Hoje, durante a aula, não compreendi:
Uma questão que tenho sobre a aula de hoje é:

Figura 9 Folha de autoavaliação.

Esta TAF foi utilizada para verificar a compreensão dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados na aula, dando ao professor um *feedback* sobre o que foi compreendido ou não pelos mesmos. As dificuldades apontadas pelos alunos neste momento de autoavaliação eram depois partilhadas e discutidas com a turma nas sessões seguintes para que fossem esclarecidas.

No final das cinco sessões, os alunos voltaram a resolver um conjunto de situações problemáticas com o objetivo de perceber se as suas dificuldades foram colmatadas (Figura 10).

Lê com atenção as seguintes questões. Responde mostrando como pensaste.

1. A Ana ofereceu todos os seus livros à biblioteca da escola. Para os transportar fez 5 deslocações, levando 7 livros de cada vez. Observa.

1. ^a deslocação	2. ^a deslocação	3. ^a deslocação	4. ^a deslocação	5. ^a deslocação

1.1. Quantos livros levou a Ana, ao todo? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

2. Em cima da mesa da cantina da escola há 4 pratos com 10 peras em cada um dos pratos. Quantas peras há ao todo? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

3. A turma do 2.º C é responsável por dispor as mesas da cantina para que os alunos da escola possam almoçar. A professora explica aos seus alunos que vão precisar de formar 5 filas, cada uma com 10 mesas. Quantas mesas vão precisar os alunos? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

4. A Rosa foi lanchar a uma loja de crepes e viu o seguinte cartaz:

Crepes		Recheio					Topin
Crepe simples	Waffle	Morango	Laranja	Chocolate	Quiwi	Limão	Avelã
							Amêndoa
Crepe de chocolate							

4.1 No cartaz há 3 crepes, 5 recheios e 2 topins diferentes, que podem ser combinados. A Rosa pode escolher apenas, um tipo de crepe, um recheio e um topin. Quantas opções diferentes poderá escolher? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

Figura 10 Situações problemáticas resolvidas pelos alunos depois das cinco sessões.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

A reflexão sobre a prática educativa é vista como uma ação de melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem (Jesus et al., 2022; R. E. Rodrigues, 2021). Do ponto de vista de Silva (2021), esta ação permite analisar e avaliar os aspetos positivos e negativos e melhorar a prática docente. As gravações realizadas em cada sessão, permitiu à PE avaliar a sua prática e compreender os aspetos que deveriam ser melhorados para que as dificuldades dos alunos, apontadas no momento de autoavaliação, fossem superadas.

A utilização do AD da PH e a orquestração feita pela PE tiveram resultados positivos nos conhecimentos matemáticos de alguns alunos, no que diz respeito aos sentidos da multiplicação. Esses resultados são visíveis nas resoluções das tarefas realizadas pelos alunos antes e depois desta prática educativa (Figuras 11, 12, 13 e 14).

3. A turma do 2.º C vai colar azulejos na parede do lavatório da sala. A professora explica aos alunos que vão precisar de formar 4 filas, cada uma com 5 azulejos. Quantos azulejos vão precisar os alunos? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

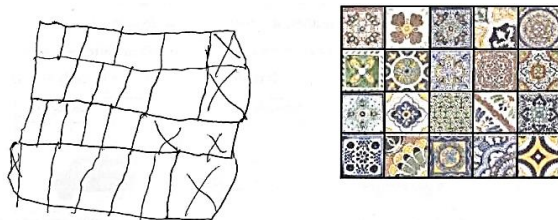


Figura 11 Resolução do aluno L antes da prática.

3. A turma do 2.º C é responsável por dispor as mesas da cantina para que os alunos da escola possam almoçar. A professora explica aos seus alunos que vão precisar de formar 5 filas, cada uma com 10 mesas. Quantas mesas vão precisar os alunos? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

	5	x	10	=	50				

Figura 12 Resolução do aluno L após a prática.

3. O Tobias vai oferecer um presente de aniversário ao seu irmão, mas está indeciso com o embrulho. Ele tem 2 tipos de papel diferentes e 3 tipos de fitas diferentes. Ele pode escolher apenas um papel de embrulho e uma fita.

Pode escolher:



3.1. De quantas maneiras diferentes pode fazer o embrulho? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

$$1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6$$

Figura 13 Resolução da aluna C antes da prática.

4. A Rosa foi lanchar a uma loja de crepes e viu o seguinte cartaz:

Crepes	Recheio	Topin
 Crepe simples  Waffle  Crepe de chocolate	 Morango  Laranja  Chocolate  Quiwi  Limão	 Avelã  Amêndoa

4.1 No cartaz há 3 crepes, 5 recheios e 2 topins diferentes, que podem ser combinados. A Rosa pode escolher apenas, um tipo de crepe, um recheio e um topin. Quantas opções diferentes poderá escolher? Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.

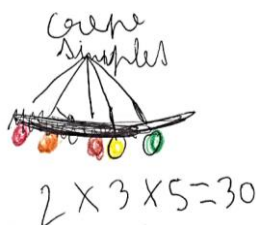


Figura 14 Resolução da aluna C após a prática.

O trabalho de grupo gerado em torno desta *applet* contribuiu para a constatação de momentos de aprendizagem colaborativa em alguns grupos, como por exemplo, entre os alunos R e L que se envolveram de forma ativa e pensaram em conjunto na resolução. Na gravação realizada, é possível evidenciar que a *applet* orientava os alunos para a resposta, por exemplo quando apontam para a operação da adição com espaços em branco presente no *frame*. Verifica-se ainda que as situações problemáticas tinham uma relação entre si quando referem “Como na outra anterior”.

Aluna R: E agora como é que é (pausa)? Ah, já sei, já sei, já sei, já sei.

Aluno L: Três, mais três, mais três, mais três.

Aluna R: É três, mais três, mais três?

Aluno L: Sim, ó (apontando para a operação da adição com espaços em branco presente no *frame*).

Aluna R: Ok.

Aluno L: Como na outra anterior. (referindo-se à situação problemática do *frame* anterior)

Aluna R: Dois, três... (pausa) é doze. (a aluna estava a registar, em simultâneo, a resposta no guião de exploração)

Aluo L: Sim.

Aluna R: E agora, pa ficar aqui doze? (referindo-se à operação da multiplicação) Como é que vamos pensar? (pausa de 15 segundos enquanto os alunos pensavam numa resposta)

Aluno L: Quatro pares de três.

Noutros grupos, houve uma evolução na aprendizagem colaborativa dos alunos, verificando-se nas gravações áudio descritas a seguir.

Aluna M: Deixa-me fazer mais. (pausa de 2 segundos enquanto a Aluna M tenta tirar o computador da Aluna E para responder $4 \times 1 = 4$)

PE: Espera lá, deixa a Aluna... a Aluna E. Ajuda lá a Aluna E. Explica à Aluna E porque é que não é um vezes quatro. (pedindo à Aluna M para explicar à colega o motivo de não ser $1 \times 4 = 4$)

Aluna M: Porque só é uma vez o quatro. (pausa) E é quatro vezes um. (pausa de 6 segundos enquanto a Aluna E insere $4 \times 1 = 4$ no frame)

Aluna E: Quatro vezes um.

PE: Percebeste Aluna E? (a aluna afirmou que sim com a cabeça)

Na descrição acima, é possível verificar a PE a pedir à aluna M para explicar e ajudar a colega (aluna E) a compreender a resolução da tarefa, antes de responder na *applet* da PH. Nas sessões seguintes, observou-se a interação entre as mesmas alunas, verificando-se uma evolução na colaboração.

Aluna E: Quantos frascos estão na sala todo... ao todo?

Aluna M: Vinte.

Aluna E: Vinte? Sim vinte, mas nós temos que fazer aqui uma estratégia.

Aluna M: É duas vezes... não, é quatro vezes o dez, o cinco.

Aluna E: Espera, espera, espera. Quatro vezes?

Aluna M: Sim.

Aluna E: Ah, deve ser quatro vezes, sim!

Quando os alunos sentiam dificuldades na resolução das tarefas a *applet* fornecia-lhes um *feedback* imediato (Figura 15). Esta particularidade permitia ainda a identificação dos grupos que estavam com dificuldades na resolução das tarefas.

O Ricardo retirou mais 1 ovo de cada cesto.

▶ Quantos cestos estão na mesa? ✓

▶ Quantos ovos há, agora, em cada cesto? ✓



▶ E agora? Quantos ovos há ao todo?

+ + + = ✓

ou

× = ✗

Figura 15 Respostas dadas pelo grupo 5 ao frame 5.

Quando a PE identificava um grupo com dificuldades na resolução de uma tarefa, implementava a mediação epistémica para ultrapassar as dificuldades sentidas. No diálogo a seguir, verifica-se que esta mediação era feita com questões orientadoras, levando os alunos a pensar e construir conhecimento.

PE: Porque é que será que está errado?

Aluna E (grupo 5): Era ao contrário? (pausa) Mas, mas a... mas a professora (referindo-se à professora titular de turma) disse que se for ao contrário mesmo assim está bem.

PE: O que é que quer dizer o um? (referindo-se ao fator 1)

Aluna E (grupo 5): Um quer dizer...uma vez.

PE: Uma vez o quê?

Aluna E (grupo 5): O quatro.

PE: Uma vez o quatro. E aqui em cima na adição está uma vez o quatro? (apontando para a resposta $1 + 1 + 1 + 1 = 4$, dada pelo grupo, ao frame 5)

Aluna M (grupo 5): Não. (pausa de 2 segundos)

PE: O que é que este... o que é que temos aqui na adição? (apontando para a adição presente no frame 5)

Aluna E (grupo 5): Eh...na adição?

PE: Sim, aqui na adição. Temos um...

Aluna E (grupo 5): Um mais um mais um mais um.

Aluna M (grupo 5): Que dá quatro.

PE: Que dá?

Aluna M (grupo 5): Quatro.

PE: Quatro. Quatro quê?

Aluna E (grupo 5): Quatro... (pausa de 2 segundos enquanto pensa) ovos.

PE: Quatro ovos, mas aqui nós temos o um a repetir-se quantas vezes? (referindo-se à adição $1 + 1 + 1 + 1 = 4$)

Alunas E e M (grupo 5): Quatro.

PE: Quatro. Então po... porque é que será que aqui está errado? (apontando para a operação da multiplicação $1 \times 4 = 4$ respondida pelo grupo)

Aluna M (grupo 5): Porque assim temos o quatro vezes o um.

PE: O um. Vejam lá se é. (pedindo ao grupo para alterar a ordem dos fatores e validar a resposta)

O momento de autoavaliação despoletou dificuldades na primeira sessão. Os alunos não sabiam autoavaliar-se pois não tinham o hábito de fazê-lo. Desta forma, foi necessário que a PE lhes ensinasse, indo ao encontro do que referem Lopes e Silva (2020). Ao longo das sessões, essa dificuldade foi sendo superada, sendo visível o envolvimento de alguns alunos na criação de questões sobre dúvidas relacionadas com os conteúdos trabalhados nas sessões (Figuras 16 e 17).

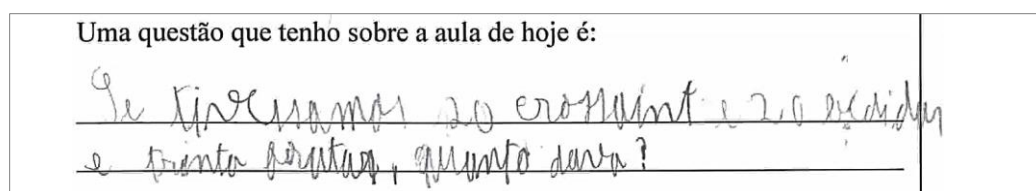


Figura 16 Dúvida do aluno K.

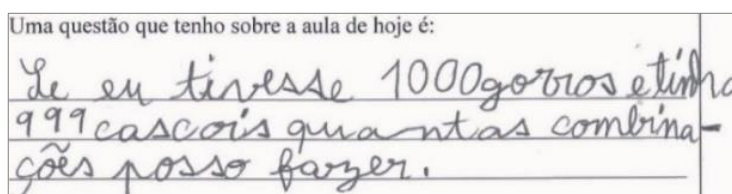


Figura 17 Dúvida do aluno X.

Em todas as sessões, foi possível observar as ações da PE que tiveram impacto na promoção de práticas epistémicas dos alunos (Rodrigues et al., 2022). Nas suas ações, foram

visíveis a apresentação de tarefas-desafio e o fornecimento de informação na fase 1. Na fase 2, verificou-se a autonomia dada aos alunos e, ao longo das cinco sessões, foi claro o uso do artefacto digital da PH como mediador (Saraiva, 2018). Ao longo das sessões, observou-se o entusiasmo e a motivação dos alunos na utilização desta *applet* da PH. Isto foi visível no envolvimento dos alunos durante a resolução das tarefas e chegou a ser expresso no momento de autoavaliação (Figura 18).

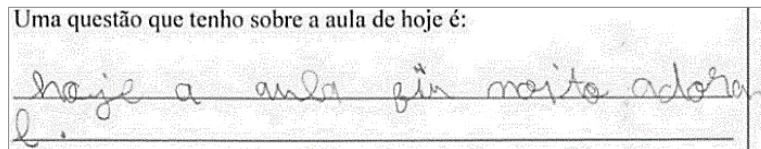


Figura 18 Comentário de uma aluna.

Durante a fase 3, a PE adotou um papel de condução da aula. As apresentações das resoluções dos grupos foram conduzidas com questões, seguindo as características de uma mediação epistémica (Saraiva, 2018). Na fase 4, a PE conduziu as informações presentes na folha de sistematização colocando as questões presentes na folha e orientando as respostas dos alunos (Canavarro et al., 2012; Saraiva, 2018).

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A utilização da *applet* Multiplicação da PH e a orquestração feita pela PE contribuíram para a promoção de aprendizagens efetivas sobre os sentidos da multiplicação.

O uso deste artefacto digital no desenvolvimento de aprendizagens nos alunos exigiu uma orquestração instrumental por parte da PE. A mediação epistémica da PE foi determinante no processo de ensino e de aprendizagem. A constante colocação de questões orientadoras levou os alunos a pensar e a construir conhecimento, constatando-se a promoção de práticas epistémicas.

A estruturação da aula seguindo o modelo das 4 fases facilitou a integração da *applet*. Apesar disso, a PE apresentou algumas dificuldades na gestão do tempo e na mediação usada com os diferentes grupos que deverão ser corrigidas em intervenções futuras. A PE teve de gerir vários aspetos em simultâneo, como por exemplo, na fase 2, foi necessário gerir o comportamento dos alunos, as suas dificuldades e identificar e selecionar as resoluções mais pertinentes para a fase de partilha e discussão das tarefas. A gestão simultânea destes aspetos, levou a PE a tomar decisões no momento da aula que poderão ter interferido nas aprendizagens dos alunos, como por exemplo, ultrapassar o tempo destinado à resolução das tarefas. Com efeito, os alunos exploraram o *frame* 63 mais do que o tempo previsto.

O trabalho de grupo gerado em torno desta *applet* da PH fomentou a colaboração entre os grupos, sendo visível na interação dos mesmos durante a fase 2.

A TAF permitiu a recolha de informações sobre as dificuldades dos alunos e sobre os aspetos que deveriam ser melhorados na sessão seguinte. Este instrumento de avaliação incitou os alunos a refletir, a tomar consciência das suas aprendizagens e a ter uma perceção sobre o seu conhecimento. Desta forma, as dificuldades dos alunos em autoavaliarem-se foram superadas.

As situações problemáticas realizadas pelos alunos antes e após as cinco sessões permitiu à PE constatar que alguns alunos superaram as dificuldades sobre os sentidos da multiplicação.

Em futuras práticas letivas, sugere-se que a exploração seja mais estruturada, usando a criação de um roteiro educativo, de modo que os (futuros) professores possam proporcionar momentos de partilha e discussão que potenciem mais oportunidades aos alunos para o aprofundamento do conhecimento sobre os significados da multiplicação.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Telecomunicações que financiou parcialmente este trabalho pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/50008/2020. Este trabalho foi realizado no NIEFI - PEAPEA do IPC - ESEC, Bolsa BIC, IPC-ESE/NIEFI/PEAPEA-Grant 1-2022. Este trabalho contou com o apoio do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020).

REFERÊNCIAS

- Barkley, E., Cross, K., & Major, C. (2014). *Collaborative Learning Techniques: A Handbook for College Faculty*. New York: John Wiley & Sons.
- Canavarro, A., Oliveira, H., & Menezes, L. (2012). Práticas de ensino exploratório da matemática: o caso de Célia. In L. Santos, A. Canavarro, A. Boavida, H. Oliveira, L. Menezes, & S. Carreira (Eds.), *Investigação em Educação Matemática* (pp. 255–266). Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática.
- Carlsen, M., Erfjord, I., Hundeland, P., & Monaghan, J. (2016). Kindergarten teachers' orchestration of mathematical activities afforded by technology: agency and mediation. *Educational Studies in Mathematics*, 93, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9692-9>
- Cosme, A., Lima, L., Ferreira, D., & Ferreira, N. (2021). *Metodologias, Métodos e Situações de Aprendizagem*. Porto Editora.
- Costa, C., Cabrita, I., Martins, F., Oliveira, R., & Lopes, J. (2021). Qual o papel dos artefactos digitais no ensino e na aprendizagem de matemática? In V. Santos, I. Cabrita, T. Neto, M. Pinheiro, & J. Lopes. (Orgs.), *Matemática com vida: diferentes olhares sobre a tecnologia* (pp. 29–44). UA Editora. <http://dx.doi.org/10.48528/vt67-1729>
- Damiani, M. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educar em Revista*, (31), 213–230. Scielo. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602008000100013>
- Drijvers, P. (2020). Digital Tools in Dutch Mathematics Education: A Dialectic Relationship. In M. Heuvel-Panhuizen (Ed.), *National Reflections on the Netherlands Didactics of Mathematics* (pp. 177–196). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33824-4_10
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75, 213–234. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9254-5>
- Hortênsio, A. (2020). *A Influência da Plataforma Hypatiamat na Resolução de Situações Problemáticas Envolvendo a Adição e Subtração*. [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Jesus, V., Rodrigues, R., Teixeira, M., Rato, V., & Martins, F. (2022). Análise do conhecimento didático em estatística de professores estagiários através de uma narração multimodal. In F. Martins, R. Pinto, & C. Costa (Eds.),

Artefactos digitais, Aprendizagens e Conhecimentos didático (pp. 96–116). Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Educação de Coimbra.

- Lopes, J. B., & Costa, C. (2019). Digital Resources in Science, Mathematics and Technology Teaching – How to Convert Them into Tools to Learn. In M. Tsitouridou, J. A. Diniz, & T. Mikropoulos (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 243–255). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_18
- Lopes, J. B., & Costa, C. (2021). Converting Digital Resources into Epistemic Tools Enhancing STEM Learning. In A. Reis, J. Barroso, J. Lopes, T. Mikropoulos, & C. Fan (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 1–18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73988-1_1
- Lopes, J. P., & Silva, H. (2020). *50 Técnicas de avaliação Formativa* (2.ª edição). PACTOR.
- Loureiro, C. (1997). Multiplicação, combinatória e desafios. *Educação e Matemática*, (4), 14–16.
- Martins, N., Martins, F., Lopes, B., Cravino, J., & Costa, C. (2018). The Use of Applets in Understanding Fundamental Mathematical Concepts in Initial Teacher's Training. In M. Tsitouridou, J. A. Diniz, & T. Mikropoulos (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 307–318). http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_23
- McKenzie, J. (2001). How teachers learn technology best. *The Educational Technology Journal*, 10(6).
- Ministério da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais de Matemática – 2.º ano*. Lisboa: ME.
- Ministério da Educação (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática – 2.º ano*. Lisboa: ME.
- Pacheco, J. (2019). *Trabalho cooperativo e colaborativo no ensino das Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico* [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Viseu]. Repositório Científico do Instituto Politécnico de Viseu.
- Parker, T., & Balldridge, S. (2004). *Elementary Mathematics for Teachers*. Sefton-Ash.
- Pinto, R., Martins, J., & Martins, F. (2022). Projeto Hypatiamat, artefactos digitais para ensinar e aprender matemática. In F. Martins, R. Pinto, & C. Costa (Eds.), *Artefactos digitais, Aprendizagens e Conhecimentos didático* (pp. 10–30). Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Pires, D. (2021). *Adição de Números Naturais usando a Plataforma Hypatiamat*. [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Ribeiro, M., & Almeida, A. (2022). *Atribuir significado aos sentidos e ao algoritmo da multiplicação para a melhoria da qualidade das aprendizagens matemáticas*. Alessandra Almeida.
- Rodrigues, R., Costa, C., Martins, F., & Rey, F. (2022). Ações de uma estagiária na promoção e sustentação de práticas epistémicas. *Revista Practicum*, 7(2), 148–168. <https://doi.org/10.24310/RevPracticumrep.v7i2.13518>
- Rodrigues, R. (2021). *O uso do Tabuleiro Decimal na compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal e dos sentidos das operações*. [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Rodrigues, R. E. (2021). *Conhecimento didático de uma educadora estagiária com base numa narração multimodal*. [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Santos, C., Lopes, J., & Cravino, J. (2018). Decisões pedagógicas dos professores e desenvolvimento de práticas epistémicas dos alunos. *Indagatio Didactica*, 10(4), 119–132. <https://doi.org/10.34624/id.v10i4.11165>
- Santos, J. (2021). *O uso da Plataforma HypatiaMat no desenvolvimento do sentido aditivo da multiplicação* [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Saraiva, E. (2018). Investigar práticas epistémicas em aulas de ciências físicas. In J. Lopes, C. Viegas, & A. Pinto (Eds.), *Melhorar Práticas de Ensino de Ciências e Tecnologia* (pp. 157–171). Edições Sílabo.
- Silva, M. (2021). *A orquestração instrumental na elaboração de uma tarefa matemática: conhecimento e práticas profissionais do professor* [Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa]. Universidade de Lisboa.
- Tamborg, A. (2021). Improving mathematics teaching via digital platforms? Implementation processes seen through the lens of instrumental genesis. *ZDM Mathematics Education*, 53, 1059–1071.

<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01282-x>

- Teixeira, P., Matos, J., & Domingos, A. (2016). A orquestração instrumental dos recursos tecnológicos no ensino da matemática. In A. Canavaro, A. Borralho, J. Brocardo, & L. Santos (Eds.), *Recursos na Educação Matemática* (pp. 291–302). Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática.
- Trouche, L. (2004). Managing complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281–307. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10758-004-3468-5>
- Troutman, A., & Lichtenberg, B. (1995). *Mathematics: A Good Beginning*. Brooks/Cole Publishing Company.
- Verdasca, A., Neves, A., Fonseca, H., Fateixa, J., Procópio, M., & Magro-C, T. (2020). *Melhorar aprendizagens em matemática pelo uso intencional de recursos digitais* (1.ª edição). PNPSE.

MONTAGEM DE MICROSCÓPIOS A PARTIR DE RESÍDUOS: UM EXEMPLO DE CABO VERDE

ASSEMBLY OF MICROSCOPE USING WASTE: AN EXAMPLE FROM CAPE VERDE

MONTAJE DE MICROSCOPIOS A PARTIR DE RESIDUOS: UN EJEMPLO DE CABO VERDE

Fredson Jorge Santos Delgado¹, Carlos Alberto Gomes Vaz², Hailton Spencer Lima², Kleyce Emiline Gomes Correia¹, Mauro António Souto Amado Borges¹, Onyedikachi Queen Ughalah¹ & Betina Da Silva Lopes³

¹Escola Secundária Polivalente Cesaltina Ramos, Cabo Verde

²Universidade de Cabo Verde, Cabo Verde

³Universidade de Aveiro, Portugal
nhofadelgado@gmail.com

RESUMO | Muitas escolas do ensino secundário caboverdiano não possuem microscópio ótico, devido ao elevado custo, o que aumenta a probabilidade de as aulas de ciências naturais e biologia serem quase unicamente teóricas. O trabalho tem como objetivo descrever a montagem de um microscópio de baixo custo para apoiar as aulas práticas nas escolas. Na produção do microscópio foram utilizados diversos materiais recuperados de lixeiras, em particular lentes de telemóveis. Para avaliação da viabilidade da solução desenvolvida foi feita a comparação das imagens do microscópio construído com as imagens do microscópio ótico convencional. Os resultados permitiram concluir que a imagem do microscópio construído tem uma boa resolução e possui potencial para ser usado como ferramenta didática em aulas práticas de Ciências Naturais e Biologia.

PALAVRAS CHAVES: Biologia, Actividades de ciência, Ciência no ensino secundário, Recursos educativos, Estudos africanos.

RESUMEN | Many secondary schools in Cape Verde do not have an optical microscope due to its high cost, which increases the likelihood that natural sciences and biology classes are almost solely theoretical. This work aimed to describe the assembly of a low-cost microscope to support practical classes in schools. For the production of the microscope, materials recovered from bins. To evaluate the obtained solution, the images of the microscope were compared with the images of the conventional optical microscope. The results allowed the conclusion that the microscope image constructed has a good resolution and, has potential to be used in practical classes of Natural Sciences and Biology.

KEYWORDS: Biology, Science activities, Science in secondary education, Educational resources, African studies.

ABSTRACT | Muchas escuelas secundarias de Cabo Verde no disponen de un microscopio óptico debido a su elevado coste, lo que aumenta la probabilidad de que las clases de ciencias naturales y biología sean casi exclusivamente teóricas. Este trabajo tuvo como objetivo describir el montaje de un microscopio de bajo coste para apoyar las clases prácticas en las escuelas. Para la fabricación del microscopio se utilizaran diversos materiales recuperados de la papeleras, incluyendo lentes de telefonía móvil. Para evaluar a viabilidad de la solución, se compararon las imágenes del microscopio con las del microscopio óptico convencional. Los resultados permitieron concluir que la imagen del microscopio construida tiene una buena resolución y, tiene potencial para ser utilizada en clases prácticas de Ciencias Naturales y Biología.

PALABRAS CLAVE: Biología, Actividades científicas, Ciencia en la enseñanza secundaria, Recursos educativos, Estudios africanos.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de ensino-aprendizagem no domínio das ciências, incluindo a Biologia, requerem uma diversidade de ferramentas pedagógicas, atendendo aos termos científicos e ao nível de abstração requerido para compreensão dos conteúdos (Lopes, 2018; Soares, et al, 2021). Em complemento à importância da diversidade destaca-se o papel fundamental das atividades práticas (Leite, 2000; Figueiroa, 2014, Ferreira, et al., 2021). No domínio da Biologia destacam-se as atividades de microscopia (Silva et al., 2021). Neste sentido o acesso a equipamento laboratorial é crucial (Shambare & Simuja, 2022). A falta de microscópios constitui um grande problema para a compreensão de alguns conteúdos por parte dos alunos, nomeadamente no que respeita à compreensão dos diferentes níveis de organização biológica (Vaile et al, 2017; Das et al, 2021).

Em muitos países, as aulas de ciências são meramente teóricas o que gera dificuldade e desmotivação nos alunos (Silva et al., 2019). Também em Cabo Verde o ensino formal das ciências é quase sempre tradicional. Segundo o Plano Estratégico da Educação 2017 – 2021 de Cabo Verde (Ministério da Educação de Cabo Verde, 2021) reforçar o ensino de ciências, quer do ponto de vista teórico, quer prático, é fundamental. Porém, atingir esse objetivo tem alguns desafios a ultrapassar, em particular com a inexistência de materiais laboratoriais. Para colmatar a falta de equipamentos laboratoriais em Cabo Verde, em específico os materiais usados nas aulas de microscopia, este trabalho descreve como foi produzido um microscópio alternativo com materiais recuperados, e em particular lixo eletrônico (e-lixo). Além disso, o trabalho avalia a aplicabilidade do protótipo em aulas práticas através do estudo da qualidade da imagem obtida em comparação com um microscópio convencional. Parte-se da premissa de que a montagem deste tipo de microscópios permitirá colmatar uma necessidade das escolas e também sensibilizar para a poupança de recursos naturais, utilizando o e-lixo e restos de outras matérias. Segundo a OIT (Organização Internacional do Trabalho), somente 20% das 50 milhões de toneladas do e-lixo produzido anualmente é efetivamente reciclado (ONU News, 2019). Se for possível dar uma nova vida aos mais de 5 mil milhões de telemóveis, que são destruídos todos os anos, será certamente um contributo para diminuição de lixo no nosso lar.

Perante o exposto a relevância deste estudo está sustentada em duas frentes:

- i) por um lado propõe a produção de um microscópio alternativo ao microscópio convencional, que poderá servir como instrumento de apoio ao professor na dinamização de aulas práticas;
- ii) sensibilizar para a importância da redução do lixo em Cabo Verde em particular do lixo associado aos telemóveis.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Nesta secção faz-se um breve enquadramento da relevância do microscópio no ensino e na aprendizagem da Biologia descrevendo em traços gerais a história deste instrumento. Em complemento são identificados estudos que se dedicaram à construção de protótipos de

microscópios alternativos ao convencional em resposta a problemas específicos tais como a falta de recursos financeiros e, também, enquanto estratégia de educação ambiental.

A invenção do microscópio trouxe a possibilidade de observar coisas antes inacessíveis ao olho humano. As primeiras lentes, lentes de Layard, datam de 721 a. C. (Teles & Fonseca, 2019), enquanto que os primeiros microscópios óticos datam de 1600, sendo incerto quem teria sido o autor do primeiro (Moreira, 2013). É atribuído ao holandês Anton Van Leeuwenhoek a popularização do instrumento, com as primeiras observações com o seu microscópio feito de metal e uma lente convexa (Teles & Fonseca, 2019; Moreira, 2013). Anton Van Leewenhoek conseguiu observar bactérias e protozoários. Estas e outras observações renderam a Leeuwenhoek o título de criador da microbiologia experimental. O outro marco histórico na microscopia, e para a ciência em geral, foi a publicação em 1665 do Livro *Micrographia*, por Robert Hooke, que contém as descrições detalhadas das observações que o autor efetuou com o microscópio que ele próprio construiu (Martins, 2011; Tales & Fonseca, 2019).

Na sua estrutura básica, como mostra a figura 1, o microscópio ótico é constituído pela parte mecânicas (pé ou base, coluna ou braço, platina, revolver, tubo ou canhão, parafusos macrométrico e micrométrico e charriot) que têm a função de suporte e parte ótica (lente ocular, objetiva(s), condensador com diafragma e fonte luminosa) que tem como função ampliar a imagem do objeto a ser observado. A sua utilização em práticas de sala de aula, como um recurso didático, pode contribuir de forma efetiva para melhorar o processo de aprendizagem e o desempenho dos alunos (Teles & Fonseca, 2019), pois estimula a participação, aumenta o interesse dos alunos e permite construir conhecimentos mais aprofundados sobre a realidade (Ribeiro et al., 2013).



Figura 1 Microscópio ótico composto (*fonte: foto de autoria dos autores*)

De um modo geral, o microscópio desempenha um papel crucial no ensino de Ciências e Biologia, pois permite que os estudantes visualizem estruturas e processos que não são visíveis a olho nu e, através da observação de amostras em alta resolução, os alunos podem explorar e compreender a complexidade e diversidade do mundo microscópico. Ademais, permite ao professor explorar melhor os conceitos teóricos das Ciências Naturais e tornar a aprendizagem mais concreta. Estas valências tornam o microscópio um objeto único com muitas possibilidades de uso em diferentes áreas, como educação, museologia e história da ciência, graças ao seu caráter interdisciplinar e sua importância nos currículos e aplicações atuais (Teles & Fonseca, 2019).

Devido ao elevado custo, a produção de recursos didáticos alternativos constitui uma necessidade para conseguirmos melhorar o quadro atual do ensino das Ciências (Daher, 2020; Marciniak & Cáliz Rivera, 2021). Assim, para responder às diretrizes de um ensino de qualidade, promovendo a investigação, a criatividade e inovação (pressupostos presentes na Lei de base do sistema educativo cabo-verdiano, ver Ministério da Educação de Cabo Verde, 2020), o uso de protótipos educacionais de baixo custo é de vital importância, pois auxiliam no desenvolvimento de aprendizagens essenciais nas escolas caboverdianas.

Locatelli e Da Rosa (2015) definem protótipos como “instrumentos didáticos, com o objetivo de auxiliar na compreensão dos conteúdos escolares, podendo referir-se tanto a equipamentos para aulas experimentais quanto a dispositivos informatizados”. Uma revisão de literatura exploratória permitiu encontrar 5 protótipos de microscópios cuja síntese de funcionamento se encontra explicada na tabela 1.

Tabela 1- Quadro síntese dos protótipos de microscópios já produzidos.

Artigo	Descrição
Wallau et al., 2008	Microscópio feito com a lente de um chaveiro laser. Como suporte a parte superior de uma garrafa PET e cortiça.
Soga et al., 2017	Microscópio feito utilizando a lente retirada de um recipiente de sabão líquido, que fica preso a um pedaço de papelão.
Sepel, Rocha & Loreto, 2011	Microscópio feito a partir da parte superior de uma garrafa PET, uma lente de leitura de DVD. A lente é colocada na tampa da garrafa, o material numa fita adesiva transparente e dessa forma são feitas as visualizações.
Silva, Baltar & Bezerra, 2019	Microscópio feito utilizando a capa de um CD, uma base de madeira e parafusos de suporte. Utiliza uma lente de leitor de DVD, além de uma lente de binóculo que serve como condensador.
Sousa et al., (2021)	Microscópio feito utilizando uma plataforma feita de capuz de CD e parafusos, onde a lente utilizada é uma lente de leitor de DVD. O projeto é denominado Movelcópico e utiliza um telemóvel como fonte luminosa e um outro telemóvel como ocular.

O uso destes protótipos didáticos permite: (i) articular a aprendizagem de conceitos teóricos e práticos, na medida em que implica a manipulação de um instrumento para visualização de objetos específicos (Angarita-Velandia et al, 2008); (ii) contribuir para a diminuição do lixo, neste caso o lixo eletrónico.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

3.1. Estudo de caso

A presente investigação pretende avaliar a aplicabilidade de um microscópio alternativo ao convencional na dinamização de atividades de educação científica. Em termos metodológicos pode ser conceptualizado como um estudo de caso. De facto, a investigação aqui descrita parte de um contexto muito específico (sistema educativo de Cabo Verde) e sustenta-se num conhecimento intensivo e detalhado do mesmo (Coutinho, 2011).

Para além de descrever a montagem do microscópio é estudada a qualidade das imagens obtidas pelo microscópio alternativo. Para a análise da qualidade das imagens aplicou-se uma lógica experimental, procurando-se identificar os efeitos que a variável independente (tipo de microscópio: convencional vs. alternativo) produz no objeto de estudo (Gil, 2008).

3.2. Local de estudo

O estudo foi realizado no Clube de Ciências da Escola Secundária Polivalente Cesaltina Ramos (ESPCR), situado na Achada Santo António, cidade da Praia, Cabo Verde, local onde foi produzido o microscópio, e na Casa de Ciência da Universidade de Cabo Verde, onde o microscópio foi testado.

De acordo com o último censo do Instituto Nacional de Estatística, Cabo Verde possui cerca de 573 mil habitantes (Countrymeters, 2023), dos quais 113.720 se encontram em idade escolar obrigatória (Expresso das Ilhas, 2022). O Ministério da Educação de Cabo Verde indica que existem 93 escolas no país, incluindo 40 escolas secundárias. Infelizmente, a maioria dessas escolas não dispõe de equipamentos laboratoriais devido ao seu alto custo. Se focarmos no microscópio, o preço ronda os 500 euros para a sua aquisição no país.

Falando concretamente do lixo eletrónico que, é a matéria prima do protótipo, segundo dados da The Global E-waste Statistics Partnership, em 2019, cada habitante de Cabo Verde produziu em média 4,9 kg de lixo eletrónico. Porém, o país não possui fábricas de reciclagem desse tipo de resíduo, nem uma política específica para a recolha e tratamento, além de não haver separação do lixo nas residências ou durante a coleta. Isso torna a situação preocupante, de acordo com a Quercus Cabo Verde (Expresso das Ilhas, 2022).

3.3. Procedimentos da produção do Microscópio

Para a produção e montagem do microscópio, tomou-se como referência os modelos de microscópio ótico convencionais. Cada componente da estrutura do microscópio possui funções específicas, como se pode observar na figura 1. Foram propostas e testadas várias soluções, para verificar a que melhor se adequava aos propósitos, quer em funcionalidade quer em custo. Na primeira fase, exploratória, investigaram as partes constituintes de um microscópio, e identificaram-se onde se pode encontrar os materiais usados necessários. Atendendo que para a qualidade de imagem do microscópio, o mais importante é a ampliação e a focalização, foram testadas diferentes lentes (de câmaras de telemóveis, máquinas fotográficas, lente de laser ótico

de aparelho de DVD, etc.), tendo-se selecionando as lentes com maior potencia otica. Mediante os resultados do ensaio optou-se pelo uso de câmaras de telemóveis, vista que estas apresentam imagens com melhor definição. Após este passo, e, conseqüentemente, foram dados os primeiros passos na montagem de uma estrutura que fosse capaz de suportar o peso de um telemóvel e na qual posicionasse a lâmina e a lente.

3.4. Materiais utilizados

Os materiais utilizados na produção do microscópio são materiais acessíveis (figura 2), recuperados em equipamentos em fim de vida e de baixo custo, levando a que o custo final do protótipo seja em torno de 5 euros. São eles os seguintes: base/placa de madeira 23 cm x 18 cm; como braço do microscópio: placa de madeira: 11 cm x 5 cm; 2 parafusos; placa de acrílico transparente: 14 cm x 10 cm; placa de acrílico branco: 16 cm x 10 cm cortada parcialmente um dos lados. Tacos de madeira circular de 7 cm de diâmetro; 2 parafusos-francês n.º 10 e 2 porcas borboletas ou de orelhas, 4 porcas normais; cola quente; lente de câmera de telemóvel ou e máquina fotográfica; outras ferramentas (lâmina de cortante, furador, X-ato).



Figura 2 Partes constituintes do microscópio (fonte: foto de autoria própria- dos autores)

3.5. Montagem do protótipo e funcionamento

O procedimento de montagem é relativamente simples, exigindo apenas paciência e cuidado, especialmente com as lentes, para não as danificar, e com objetos cortantes (tesoura, x-ato, serra, etc.) ou perfuradoras que auxiliam na montagem do equipamento. A montagem foi feita do seguinte modo:

- Como base do microscópio foi usado uma placa de madeira (23 cm x 18 cm), numa das extremidades da madeira foi colada com cola quente outra placa de madeira (11 cm x 5 cm) que serve como braço do microscópio. Foram feitos furos correspondentes a cada um dos parafusos francês n. 10, na placa acrílica branca e taco de madeira circular. Na base foram fixos, perpendicularmente, dois parafusos (francês n. 10) adicionando duas porcas de modo a ficar firme, numa distância considerável à madeira menor. Na madeira circular foi colado com cola quente duas porcas possibilitando o deslizamento da madeira no parafuso.
- Foi adicionado ao parafuso, primeiramente a madeira circular, em seguida o acrílico branco cortada parcialmente de modo a deixar passar a luz, e por fim 2 porcas borboletas ou de orelhas para apoio. Foram feitos buracos correspondentes a lente numa das extremidades de acrílico transparente, e na outra extremidade correspondente ao parafuso das quais serve para fixar a gelatina na madeira menor, de seguida a lente foi fixada no outro buraco com cola quente. Foi colada duas borrachas com cola quente na gelatina transparente de modo a calibrar a altura da lente.



1



2



3



4



5



6

Figura 3 Sequência de montagem do protótipo. (fonte: foto dos autores)



Figura 4: Microscópio produzido (fonte: foto dos autores)

3.6. Como se utiliza o microscópio?

O microscópio descrito é de fácil manuseio. Tendo a amostra preparada, necessita unicamente de uma fonte de luz (que poderá ser uma lâmpada LED, telemóvel ou outro foco de luz análogo) e um dispositivo para a visualização ou aquisição da imagem, que pode ser a câmara do telemóvel (ver tabela 2). Coloca-se a lâmina sobre a placa de acrílica branca posicionada abaixo da lente; posiciona-se a câmara do telemóvel acima da lente; em seguida movimenta-se o taco de madeira circular (tal como um macrómetro) de modo a aproximar a lâmina à lente, e com o mesmo componente ajusta-se a focalização.

Tabela 2 - Analogia entre um microscópio convencional e o microscópio produzido.

Analogia entre o microscópio convencional e o protótipo de microscópio produzido		
Microscópio composta convencional	Função	Protótipo de microscópio
Lente objetiva	Permite visualizar e ampliar a imagem formada.	Camara de smartphone
Lente ocular	Amplia a imagem	Smartphone funcional
Platina	Suporte a montagem microscópica	Placa pequena de acrílico
macro/micrométrico	Focalização do material a ser observado	Rodas de madeira com uma porca acoplada
Fonte de luz	Fornecer luz suficiente que ultrapassa o objeto a ser visualizado	Uma lâmpada led portátil ou um telemóvel.
Base	Suporte do microscópio.	Pedaço de madeira plana ou de acrílico e um outro pedaço de madeira que sirva de união.

4. RESULTADOS: COMPARAÇÃO DAS IMAGENS PRODUZIDAS PELOS DOIS TIPOS DE MICROSCÓPIOS

Para testar o funcionamento e avaliar a qualidade da imagem do protótipo produzido foi feito um estudo comparativo das imagens com aquelas obtidas com um microscópio convencional. Foram usadas algumas preparações temporárias: células do epitélio bucal (corada com azul de metileno), células vegetais (película de cebola, corada com lugol), um mosquito e um carrapato. Foram ainda realizadas observações com uma preparação definitiva com um corte transversal de madeira de uma dicotiledónea (Stem of wood Dicotyledon).

Para averiguar a funcionalidade do protótipo também foi feito várias atividades no Clube de Ciências da nossa escola, para os coordenadores na Casa da Ciência da Universidade de Cabo Verde, e outras escolas que visitavam a Casa de Ciência.

A análise comparativa para a célula animal (epitélio bucal) na figura 5, a imagem do protótipo apresenta nitidez que permite a diferenciação das componentes básicas da célula (membrana celular, citoplasma e núcleo), demonstrado assim a capacidade do protótipo do microscópio, para o estudo dessas células.

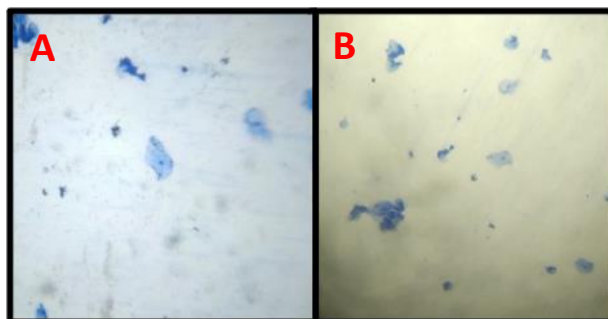


Figura 5 Células do epitélio bucal corada com azul de metileno: **A-** imagem do microscópio produzido; **B-** imagem do microscópio ótico composto (objetiva 10x, ocular 10x = ampliação total = 100x);

As imagens referentes a células vegetais, na figura 6 (célula de película de cebola), é evidente que as imagens do microscópio ótico composto são mais claras. Porém a imagem do protótipo produzido mostra-se mais bem definida, possibilitando a fácil diferenciação das partes constituintes da célula vegetal (parede celular, membrana celular, citoplasma e núcleo). O resultado aponta que deve haver um ajuste na regulação da fonte luminosa e no foco do microscópio.

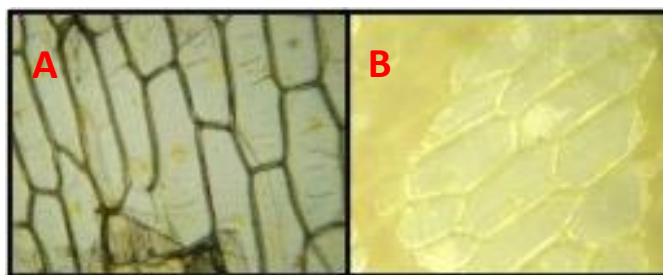


Figura 6 Célula vegetal (película de cebola (*Allium cepa*): **A** - imagem do protótipo produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

A diferença na regulação da intensidade de luz faz com que a imagem não seja perfeitamente nítida, devido à ausência de um condensador. A diferença no controle de luz é evidenciada também na figura 7, que ilustra a observação da preparação com um mosquito. A imagem B, do microscópio ótico é mais nítida, com as partes do mosquito mais fáceis de distinguir relativamente à imagem A do protótipo produzido. No entanto, a imagem do microscópio produzido permite a diferenciação das estruturas do inseto. Além disso, é de salientar a diferença de ampliação entre os microscópios.



Figura 7 Mosquito (*Aedes aegypti*): **A** - imagem do protótipo produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

Na figura 8 apresenta-se imagens obtidas com a preparação com um carrapato, para os dois microscópios (A e B), em que se observa diferença na nitidez, onde a melhor qualidade da imagem do microscópio convencional (B). Apesar dessa diferença, todas as partes do animal são bem visíveis e fácil de identificar em ambas as imagens. Fica, assim evidente, que a imagem do protótipo é suficiente para uma atividade prática no estudo do carrapato. Todavia é de salientar que para estudar artrópodes é recomendável a utilização da lupa.



Figura 8 Carrapato (*Rhipicephalus sanguineus*): **A** - imagem do microscópio produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

A nitidez das imagens na figura 9 é semelhante, a imagem do protótipo produzido (imagem A) se assemelha muito a imagem do microscópio convencional (imagem B). A diferença é visível na cor das imagens. A cor da imagem para estudar artrópodes depende muito da lente do telemóvel usado, da capacidade de contraste e focalização de cada telemóvel.

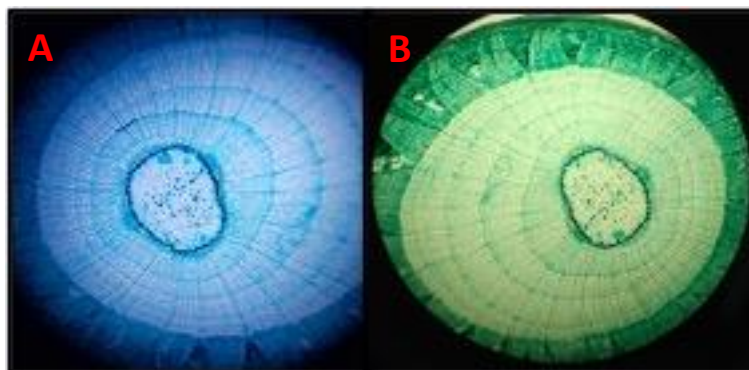


Figura 9 Permanente definitiva de um corte transversal de madeira de dicotiledônia: **A** - imagem do microscópio produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

Para além da comparação das imagens é de referir que a instabilidade protótipo produzido dificulta o processo de focalização, pelo que é necessária alguma destreza na motricidade fina, mas que facilmente pode ser desenvolvida com experiência e treino.

Apesar destas dificuldades, e partindo das reações recebidas, quer da parte dos professores quer dos estudantes, pode considera-se que se está perante um projeto pioneiro, perfeitamente viável em Cabo Verde e pode ser aplicado a contextos com problemas semelhantes. Outros autores nos seus estudos depararam com dificuldades semelhantes. Por exemplo, Freitas et al. (2015) avaliaram a viabilidade de um microscópio ótico alternativo, baseado em *smartphone*, para estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Nos seus resultados apontaram também algumas fragilidades do modelo, entre elas a pouca estabilidade do equipamento, a dificuldade na focalização e a má qualidade das imagens. Apesar disso consideram-no como um bom equipamento para o fim proposto. Reconhe-se no entanto a necessidade de investir, em paralelo, na formação dos professores que utilizarão este protótipo,

no sentido de os sensibilizar para a importância de atividades práticas, em particular de atividades de microscopia. Vários são os autores (Chisingui & Costa, 2020; Krüger & Ensslin (2013), Souza et al. (2014); Santos, 2021) que reiteram o papel do professor para que as aulas de ciências impliquem atividades em que o aluno é um sujeito ativo. Dessa forma, o professor precisa de contextualizar os conteúdos e utilizar recursos diversos para instigar a curiosidade e o desejo de saber mais (Jin, 2021).

No protótipo produzido a focalização requer paciência porque o taco de madeira circular que serve para o ajuste macrométrico e o acrílico que serve como platina são instáveis, mas a habilidade com a ferramenta, facilitaria no momento do ajuste da focalização. A instabilidade deve-se sobretudo aos materiais selecionados, na sua maioria reciclados, pois o objetivo é proporcionar uma ferramenta funcional com menor custo possível. A qualidade das imagens depende muito de fatores como tipo e características da lente, a qualidade da câmera do telemóvel e da fonte de iluminação utilizada. Para este modelo de microscópio recomenda-se o uso de luz de outro telemóvel ou uma lâmpada LED. A luz de um telemóvel, nos testes realizados, mostrou ser mais viável e mais prático em caso de necessidade de energia elétrica.

Comparando o protótipo produzido com os dispositivos citados na tabela 2, permitiu ver que este microscópio apresenta uma estrutura mais estável porque os materiais utilizados são mais resistentes e a estrutura ser mais rígida. Também é única a utilização de uma lente de telemóvel, que lhe confere mais resolução. O próximo passo será avaliar a viabilidade deste protótipo para uma aula prática de citologia.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os testes mostraram que o microscópio produzido é apto para visualização das células (animais e vegetais), proporcionando comparações efetivas e realistas entre as estruturas observadas e as imagens ilustrativas apresentadas nos livros didáticos. A utilização do microscópio produzido permite contextualizar as aulas teóricas, facilitando a assimilação do conteúdo por parte do aluno, despertando o seu interesse pelo assunto e cativando a sua atenção para as aulas. O presente trabalho permite constatar que o microscópio produzido é capaz de fornecer imagens de boa qualidade, e também, útil na observação de estruturas biológicas (mosquito, carrapato e caule de madeira dicotiledónea). Em média cada microscópio custa 5 euros e menos de dois dias para a sua produção.

O microscópio produzido possui potencial para ser usado em aulas práticas de biologia, mas apresenta ainda algumas debilidades básicas que poderão ser ultrapassadas e serão implementadas num futuro protótipo mais aperfeiçoado (ex: conseguir arranjar forma de identificar a ampliação total implicada, visto não ser fácil medir potência ótica da lente utilizada). Para a utilização do protótipo é preciso de formação do professor que o vai utilizar, algo que também se pretende realizar no futuro próximo.

Mesmo sendo pioneiro, este trabalho pode ser um contributo significativo para o ensino proporcionado aos alunos nas aulas práticas e melhorar a compreensão do mundo microscópico, bastante acessível as escolas dado que o microscópio é feito de materiais reciclados ou de custo muito baixo.

REFERÊNCIAS

- Angarita-Velandia, M. A., Duarte, J. E., & Fernández-Morales, F. H. (2008). Relação do material didático com o ensino de ciência e tecnologia. *Educación y educadores*, 11(2), 49-60.
<http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v11n2/v11n2a03.pdf>
- Coutinho, C. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais Humanas: Teoria e Prática*. 2ª edição. Almedina
- Chisingui, A. V., & Costa, N. (2020). Teacher education and sustainable development goals: A case study with future biology teachers in an Angolan higher education institution. *Sustainability*, 12(8), 3344. <https://doi.org/10.3390/su12083344>
- Countrymeters (16/04/2023). *Relógio da população de Cabo Verde*. https://countrymeters.info/pt/Cape_Verde
- Daher, C. T., Comarú, M. W., & Spiegel, C. N. (2020). Contribuições de oficinas de produção de recursos didáticos na formação inicial de professores de química. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, 1(18), e9176-e9176. <https://DOI: 10.15628/rbept.2020.9176>
- Das, K., Dutta, P., & Gogoi, J. (2021). 'Foldscope'-A simple and economical microscope. *Journal of Biological Education*, 55(2), 217-222. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1682641>
- Da Silva Souza, C., Iglesias, A. G., & Pazin-Filho, A. (2014). Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais-aspectos gerais. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 47(3), 284-292.
<https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/86617/89547>
- Da Silva, J. J., de Araújo, S. L. S. M., & Bezerra, M. L. D. M. B. (2019). Experimentação em ciências com o uso de um microscópio artesanal e corante alternativo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(1), 344-352..
https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID581/v14_n1_a2019.pdf
- De Sousa, K. C., Andrade, F. R. N., Cavalcante Filho, J. E. F., Mesquita, M. D. A., & Salmito-Vanderley, C. S. B. (2021). MOVELCÓPIO: Microscópio de baixo custo utilizando dispositivo móvel no ensino de biologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(3), 520-542.. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1021>
- Expresso das Ilhas (2022, setembro 2). *Ano lectivo 2022/2023 arranca no dia 19 com 113.720 alunos no básico e secundário a nível nacional*. <https://expressodasilhas.cv/pais/2022/09/02/ano-lectivo-20222023-arranca-no-dia-19-com-113720-alunos-no-basico-e-secundario-a-nivel-nacional/81822>
- Ferreira, J. A., Tavares, F., Carvalho, P. S., Morais, C., Magalhães, A. L., Mota, A. R., Martins, A. S., Santos, A. I., Araújo, J. L. (2021). *ExperimentaCiências: Um guia para professores do primeiro ciclo*. Casa das Ciências/ICETA. ISSN 2183-9697..
- Figueiroa, A. (2014). Trabalho Prático Investigativo no ensino das ciências: experimental ou laboratorial? Dinâmicas Educacionais Contemporâneas.
- Freitas, F.V., Nagem, R.L., & Bontempo, G. F. (2015). *Contribuições e desafios de um modelo análogo ao microscópio óptico baseado em smartphone para o ensino de Ciências* X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia, São Paulo.
<https://docplayer.com.br/storage/72/67771690/1680827763/EBjE7gANICZV8CcfRQpOVw/67771690.pdf>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6ª edição). São Paulo: Atlas.
- Jin, Q. (2021). Supporting indigenous students in science and STEM education: A systematic review. *Education Sciences*, 11(9), 555. <https://doi.org/10.3390/educsci11090555>
- Krüger, L. M., & Ensslin, S. R. (2013). *Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem : uma investigação com os acadêmicos da disciplina Contabilidade III do curso de Ciências*

Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Repositorio.ufsc.br. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107294>

Leite, L. (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. et al. (org). Trabalho prático e experimental na educação em ciências. Braga: Universidade do Minho, 91-108.

Lopes, M. Da R. (2018). *Estudo De Caso Clube De Ciências: Análise Das Estratégias De Inserção Dos Alunos Do Ensino Fundamental À Iniciação Científica*. Desafios da escola publica paranaense na perspectiva do professor PDE, Parana.
http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_cien_unioeste_marlenederosalopes.pdf

Locatelli, A., & da Rosa, C. T. W. (2015). *Produtos educacionais: características da atuação docente retratada na I Mostra Gaúcha*. Revista Polyphonia, 26(1), 197-210. <https://revistas.ufg.br/sv/article/view/37990>

Marciniak, R., & Cáliz Rivera, C. (2021). A system of indicators for the quality assessment of didactic materials in online education. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(1), 180-198.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1289818.pdf>

Ministério de educação. <https://minedu.gov.cv/>

Moreira, C. (2013). Microscópio ótico, *Revista e ciência elementar*, 1(1):007, <http://doi.org/10.24927/rce2013.007>

Nações Unidas. ONU News (17/04/2019). *OIT: somente 20% do lixo eletrônico é reciclado formalmente*.
<https://news.un.org/pt/story/2019/04/1668641>

Plano estratégico da educação 2017 - 2021. (2017). 1–192. <https://minedu.gov.cv>.

Ribeiro, R. da S., Farias, L. F. de, Santos, T. A. dos, & Pasuch, M. C. M. (2013, novembro 04-novembro 11). *O microscópio como recurso didático nas aulas de ciências*. Anais da VI Semana da Biologia, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Santos, J. S. B. D. (2021). *A importância do lúdico para o desenvolvimento e aprendizagem da criança na educação infantil*. Repositório Acadêmico da Graduação de Goiás.
<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2201/1/Monografia%20Jordanna%202.pdf>

Sepel, L. M. N., Rocha, J. B. T. & Loreto, E. L. (2011). Construindo um microscópio II: bem simples e mais barato. *Revista Genética na Escola*, 6(2), 1-5.
<https://www.geneticanaescola.com.br/revista/article/download/123/113>

Shambare, B., & Simuja, C. (2022). A Critical Review of Teaching with Virtual Lab: A Panacea to Challenges of Conducting Practical Experiments in Science Subjects beyond the COVID-19 Pandemic in Rural Schools in South Africa. *Journal of Educational Technology Systems*, 50(3), 393-408.
<https://doi.org/10.1177/00472395211058051>

Silva, E. F. D., Ferreira, R. N. C., & Souza, E. D. J. (2021). Aulas práticas de ciências naturais: o uso do laboratório e a formação docente. *Educação: Teoria e Prática*, 31(64). <https://doi.org/10.18675/1981-8106.v31.n.64.s15360>

Silva, G. de N. R. da, Araújo, J. F. de, Deus, S. do C. S. R. de, & Júnior, C. A. B. da S. (2019, dezembro 03- dezembro 05). *Experimentação: Uma estratégia simples, divertida e interativa aplicada no clube de ciências*. [conferencia]. Encontro nacional de clubes de ciências 2019, Belém, Pará, Brasil.

Soares, D., Lopes, B., Abrantes, I., & Watts, M. (2021). The initial training of science teachers in African countries: a systematic literature review. *Sustainability*, 13(10), 5459. <https://doi.org/10.3390/su13105459>

Soga, D., Junior, R.D.P., Ueno-Guimarães, M.D. & Muramatsu, M. (2017). Um microscópio caseiro simplificado. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4), e4506. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0133>

- Teles, N., & Fonseca, M. J. (2019). A Importância do Microscópio Ótico na Revolução Científica-das práticas educacionais à representação museológica. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 20, 126-140. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2019v20espp126-140>
- Wallau, G. D. L., Ortiz, M. D. F., Rubin, P. M., Loreto, E. L., & Sepel, L. M. (2008). Construindo um microscópio, de baixo custo, que permite observações semelhantes às dos primeiros microscopistas. *Revista Genética na Escola*, 3(2), 8-10. <https://geneticanaescola.emnuvens.com.br/revista/article/download/65/56>
- Vaile, F. K. U., Lopes, B., & Loureiro, M. J. (2021). Inovar na Educação em Ciencias em Angola: Um estudo exploratorio na formação continua de professores na area da Bioenergetica. *Da Investigação às Práticas: Estudos de Natureza Educacional*, 11(1), 102-122.

CAPOEIRAS JOGAM FÍSICA?! A INTRODUÇÃO DA CULTURA DE MATRIZ AFRICANA NA FÍSICA DA ESCOLA DE NÍVEL MÉDIO BRASILEIRA

CAPOEIRAS PLAY PHYSICS?! THE INTRODUCTION OF THE AFRICAN MATRIX CULTURE IN THE PHYSICS OF BRAZILIAN HIGH SCHOOL

CAPOEIRAS JUGAR FÍSICA?! LA INTRODUCCIÓN DE LA CULTURA MATRIZ AFRICANA EN LA FÍSICA DE LA ESCUELA SECUNDARIA BRASILEÑA

Wagner de Souza

Cefet/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica, Rio de Janeiro, Brasil

wagner.souza@cefet-rj.br

RESUMO | Tratamos da inserção da capoeira na escola como facilitadora e motivadora do aprendizado da Física. As escolas brasileiras estão obrigadas, pela Lei nº 11.645 (2008), a incluir em todo o currículo a história e a cultura de matriz africana e indígena, que estão na gênese da formação do povo brasileiro. Propomos o uso da capoeira como tema transdisciplinar e, a partir dela, exploramos a Física de seus movimentos e cantos. Relatamos as conclusões obtidas em experiência no Cefet/RJ, na qual temos visto o quanto os estudantes motivam-se a compreender os conceitos físicos presentes no jogo da capoeira e tudo que o permeia.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física, Antropologia, Biomecânica, Cultura Afro-brasileira.

ABSTRACT | We propose the insertion of capoeira at school as a facilitator and motivator of the learning of Physics. Brazilian schools are obliged, by Law nº 11.645 (2008), to include the history and culture of African and indigenous origin, which are at the genesis of the Brazilian people's formation, in the entire curriculum. We use capoeira as a transdisciplinary theme to explore the physics of its movements and songs. We report the conclusions obtained in an experience at Cefet/RJ, in which we have seen how students are motivated to understand the physical concepts present in the game and everything that permeates it.

KEYWORDS: Teaching Physics, Anthropology, Biomechanics, Afro-Brazilian Culture.

RESUMEN | Proponemos la inserción de la capoeira en la escuela como facilitadora y motivadora del aprendizaje de la Física. Las escuelas brasileñas están obligadas, por la Ley nº 11.645 (2008), a incluir en todo el currículo la historia y la cultura de origen africano e indígena, que están en la génesis del pueblo brasileño. Usamos la capoeira como tema transdisciplinario y exploramos la física de sus movimientos y cantos. Reportamos las conclusiones obtenidas en la experiencia en Cefet/RJ, en la que hemos visto cómo los estudiantes se motivan para comprender los conceptos físicos en el juego y todo aquello que lo permea.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de la Física, Antropología, Biomecánica, Cultura Afrobrasileña.

1. INTRODUÇÃO

O ensino repetitivo e mnemônico, aliado à falta de atividades experimentais, vem privando a Física escolar de todo o caráter filosófico e cultural da ciência. Apesar de todo o progresso da pesquisa em Ensino de Física, no Brasil e no mundo, a disciplina ainda se encontra, em muitos níveis, afastada do cotidiano do aluno. Não é incomum encontrarmos no Brasil professores de Física abordando-a como se fazia há 200 anos, em aulas expositivas, carentes de recursos audiovisuais e que massificam o uso de equações, muitas vezes sem apresentar seus significados aos estudantes. Algo que ainda contribui em muito para intensificar o desinteresse dos jovens pela ciência é o fato de que poucas escolas possuem laboratórios de Física, o que faz das atividades experimentais raras e, geralmente, fruto da iniciativa pessoal de alguns professores que utilizam experimentos simples, de caráter meramente demonstrativo e feitos com materiais de baixo custo.

Para além desse cenário, as escolas brasileiras têm o dever de incluir, por força de uma lei federal, o ensino da história e cultura afro-brasileira e indígena em **todo** o currículo escolar. Portanto, está a Física também inserida na obrigatoriedade de incluir tal temática em suas aulas. Em 2003, a Lei nº 10.639 foi promulgada obrigando o ensino da história e cultura dos povos afro-brasileiros e, cinco anos depois, ela foi reformada pela Lei nº 11.645 (2008), incluindo a história dos povos indígenas do Brasil. Esses dois componentes, o negro e o indígena, encontram-se na gênese da formação do povo brasileiro e, por muitos anos, permaneceram fora do escopo das disciplinas escolares. Como nos lembram Fontenele e Cavalcante (2021), a inclusão dos temas africanos e indígenas encontra obstáculos até em áreas das chamadas “ciências humanas”. Nas ciências da natureza, por vezes ditas como “neutras”, o panorama é ainda mais complexo. A inserção dessa temática é um enorme desafio e, não obstante, temos visto que boa parte dos professores de Física brasileiros têm optado por ignorar a lei, tantos são os obstáculos. A escassez de representatividade da nossa origem africana e indígena nos livros didáticos de ciências é enorme. Os raros exemplos limitam-se a reprodução de estereótipos, tais como um índio pescando com lança ou usando arco e flecha. O continente africano raramente é citado. Essa carência torna ainda mais urgente a nossa proposta de inserção desses temas nas aulas de Física.

No sentido de trazer contexto cultural e relevância ao estudo escolar, bem como atender a lei, propomos o uso da **capoeira** como ponto de partida para o estudo de vários tópicos da Física e abrimos possibilidade para usá-la como tema *transdisciplinar*. Discutimos a *capoeira* como motivadora para o ensino da Física, numa proposta pedagógica para inclusão da cultura popular de origem africana, inserindo-a no currículo escolar de ciências. A *capoeira* é uma expressão do povo negro africano escravizado, nascida nas senzalas, que disfarça uma luta com elementos de dança e de religiosidade. Hoje ela é reconhecida como uma prática esportiva, patrimônio cultural, atividade social e elemento religioso, tipicamente brasileira, e que viajou o mundo, sendo praticada em mais de 150 países. Nosso relato baseia-se na experiência com o público-alvo de estudantes do ensino médio dos cursos de formação profissional do Cefet/RJ, desde 2006. O Cefet – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – é uma escola centenária que faz parte da rede federal de educação profissional e tecnológica de nível médio do Brasil. Ela está localizada no Rio de Janeiro e compõe-se de oito campi distribuídos nesse estado. Em nossa prática objetivamos aplicar a *capoeira* como um elemento motivador e reflexivo, através da qual podemos ensinar os conceitos físicos presentes nos movimentos dos jogadores e nos cantos do jogo. Analisamos os movimentos sob a ótica da dinâmica de rotações, das leis de Newton e dos

princípios de conservação (tanto da energia como do momento linear) e estudamos os conceitos da física ondulatória presentes nos instrumentos musicais usados para ditar o ritmo do jogo, tais como o *atabaque* e, principalmente, o *berimbau*.

Como esse relato refere-se ao uso da *capoeira* como elemento motivador e com caráter demonstrativo, dispensaremos nesse artigo uma descrição matemática elaborada nos exemplos que apresentaremos, embora ressaltemos que um aprofundamento pode (e deve) ser feito em nível educacional superior, tal como a graduação e a pós-graduação.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

As exigências a que as pessoas no mundo contemporâneo são submetidas têm provocado reflexos na educação. Os professores vêm sendo forçados a se questionar sobre a pertinência do que é ensinado na escola e a sua importância na formação da cidadania e para a vida profissional. Para Battistel et al. (2022):

O grande desafio apresentado aos profissionais da educação é o de conduzir de maneira apropriada o aprendizado nas escolas brasileiras para responder às transformações sociais e culturais da nossa sociedade. Vive-se em uma esfera globalizada e sujeita a diversas influências que podem de uma forma ou de outra desvirtuar esse processo. Parece haver, no entanto, uma falta de sintonia entre a realidade escolar e as necessidades formativas dos alunos.

Em nosso tempo, tem aumentado cada vez mais a resistência dos estudantes em aderir ao projeto escolar, manifestando dúvidas em relação à preparação que estariam recebendo para enfrentar os desafios que, presumidamente, esperam encontrar após o período de escolarização formal. No ensino de ciências, em particular da Física, esse panorama tem se tornado evidente, ao passo que os alunos convivem com mudanças tecnológicas e culturais numa velocidade muito alta, maior do que a escola consegue acompanhar. Não é incomum notar o desinteresse pela Física, principalmente porque ela se apresenta muito distante culturalmente da vida dos estudantes. Chega a ser paradoxal que o estudo da mecânica, que é rica em exemplos cotidianos, esbarre na resistência dos alunos. Uma possível explicação possa estar associada a um ensino excessivamente matematizado e com exemplos desconexos da realidade cultural dos estudantes.

As ciências comumente se apresentam como um corpo de conhecimentos isentos de preconceitos e posicionamentos. Essa posição aparentemente “neutra” reforça a ideia de que a ciência é fria, metódica e sistemática, e por isso deve ser apresentada através de um formalismo particular e com objetividade cartesiana. Essa visão vem se contrapondo à necessidade de as ciências serem apresentadas de forma mais *contextualizada*, sobretudo na escola de nível médio. Rihs et al. (2022) afirmam que “algumas escolas, universidades e os seus professores, ainda oferecem um ensino de Física puramente teórico, apenas com o auxílio dos livros didáticos e sem vínculo com a realidade”. Na sequência os autores expõem, numa revisão bibliográfica, uma série de exemplos de contribuições que vêm obtendo êxito na melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Física por meio da contextualização. Essas referências reforçam nossa visão sobre haver uma inegável necessidade de que os saberes discutidos na educação formal (especialmente a Física) estejam mais próximos aos estudantes e sejam relevantes às suas vidas, ampliando os objetivos da aprendizagem para além do acúmulo de informações ou a transposição de técnicas para resolução de problemas.

Diversas pesquisas têm estudado as relações entre a aprendizagem de ciências com as vivências familiares e a comunidade do entorno da escola, como relatam Silveira e Munford (2020). Esses autores destacam a grande potencialidade que mostram tais estudos na compreensão a respeito de como o aluno aprende ciências através das interações sociais. Esses trabalhos têm evidenciado a importância em se extrapolar os limites espaço-temporais da sala de aula, interrelacionando-os a componentes como “famílias, comunidades, cultura, questões de raça, classe, gênero e religião”.

Contudo, se faz necessário avançar no conceito de contextualização a fim de que não se reproduzam vícios, constantemente associados ao tema. Frequentemente, no meio escolar, relaciona-se contextualização com “vida cotidiana” e com a mera aplicabilidade de um conhecimento acadêmico, que antes não servia para muita coisa. É comum que professores tentem dar sentido ao que é ensinado simplesmente usando como exemplos situações cotidianas. Em resumo, esses profissionais têm buscado utilizar a contextualização tão somente como elemento ilustrativo. Essa visão sobre contextualização é reforçada pelo Ministério da Educação, através dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (MEC, 2000), que são orientações governamentais antigas (datam do final do século passado), mas que ainda são constantemente citadas em reuniões pedagógicas em escolas. Em MEC (2000) afirma-se que “é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (p. 81). A ausência de aprofundamento sobre o tema leva a compreensões simplórias, resumindo o assunto a simples ilustrações para iniciar o estudo de determinado tópico ou a procura rasa por dar um significado àquilo que é ensinado ou mesmo “adquirido espontaneamente”.

Se faz necessária, ao nosso ver, uma abordagem *problematizadora*, em oposição ao que Freire (1968/2019) chamou de “educação bancária”. Para Freire, o educando e o educador precisam estabelecer uma relação dialógica que rompa com as práticas tradicionais da escola, a fim de que a realidade percebida se transforme em objeto de reflexão. Propõe-se assim, uma *práxis* educacional que vá além da mera utilização dos conhecimentos na prática, implicando na *reflexão, ação e transformação*, o que Freire coloca como o tripé: *codificação, problematização e decodificação*.

No anseio de auxiliar a transpor o desafio de uma educação em ciência que traga a relevância e motive os educandos a estudar os conteúdos e desenvolver uma postura crítica, propomos o uso da **capoeira** como elemento para contextualização que permeie os tópicos apresentados. Na prática desse esporte, que mistura culto, dança e manifestação cultural, vemos elementos na sua análise biomecânica e na musicalidade que servem de motivadores ao estudo da Física, e ao mesmo tempo introduzem fatores culturais marcantes que auxiliam no desenvolvimento de uma educação transformadora.

Há no Brasil um claro direcionamento do ensino voltado as tradições eurocêntricas, o que a princípio parece historicamente relevante, visto que a ciência moderna tem seu berço nas universidades europeias e o pensamento ocidental carrega consigo forte influência grega (desde a filosofia, política, dentre outras). Conforme Sá (2021) nos lembra, as escolas brasileiras sofrem, ainda hoje, com uma forte imposição histórica das tradições europeias:

No que tange ao Brasil, em que a dominação ideológica se deu, por séculos, mediante o eurocentrismo propagado, entre outros meios, pelo sistema formal de ensino - que no

Brasil Colônia e no Brasil Império se dividia, de modo geral, entre a catequização dos indígenas e o atendimento às demandas formativas das elites dirigentes ... é válido refletir se a matriz colonial que marca o projeto educacional do país impõe, ainda hoje, empecilhos à consolidação de uma educação que seja culturalmente plural, e não mais monocultural.

Nosso entendimento é que o desafio de uma educação culturalmente plural passa por não “demonizar” ou renegar nossas raízes europeias em detrimento de outras formas de manifestações culturais, mas agregar ao ensino formal outras matizes que compõem a nossa cultura. Para tal, buscamos incluir elementos culturais anteriormente marginalizados no ambiente escolar e dar representatividade a esses elementos. Em consonância com Sá (2021), acreditamos que ao problematizar o eurocentrismo na sala de aula não estamos propondo um questionamento da qualidade e da relevância dos saberes de origem europeia, mas sim que essas ideias não devam ser interpretadas como “verdades universais” ou “superiores” à saberes criados por outros grupos humanos.

Trazer para a escola o estudo físico dos movimentos de uma manifestação cultural de origem africana, nascida e praticada em solo brasileiro, aproxima o conhecimento teórico ao indivíduo, auxiliando fortemente no caráter motivacional. Battistel et al. (2022), destacam a importância da “motivação intrínseca” do estudante na potencialização do processo de aprendizagem através da atividade que eles julgam “ser interessante, envolvente, atraente e por gerar satisfação pessoal”, promovendo no estudante a “busca por desafios, satisfação da curiosidade e julgamento autônomo”. Martinez e Haertel (1991 como citado em Battistel et al.) afirmam que o interesse dos educandos intrinsecamente motivados pode ser condensado em três dimensões de interesse: apelo cognitivo, apelo à maestria e apelo social. Tais abordagens têm por finalidade envolver o educando num ambiente no qual percebe-se o “centro das suas ações”, em oposição a postura do aprendiz estático que precisa da influência de agentes externos, seja por meio de ameaças, as quais penalizam e contribuem para a queda da autoestima do aluno, ou com reforço positivo, na concessão de benesses e recompensas. Introduzir um elemento cotidiano, estudar seus movimentos e gestos, apelar ao emocional da prática da *capoeira* visa dar protagonismo ao estudante, ao passo que aproxima o conhecimento estudado à sua experiência cotidiana e à parte da sua história.

Ademais, buscamos avançar para o que Freire (1997/2021) propõe ser uma educação progressista de concepção problematizadora e dialógica, uma ruptura entre o senso comum, manifestado nos saberes prévios do indivíduo, e o conhecimento acadêmico (escolar) através da superação da “consciência ingênua” pela “consciência crítica”. Pretendemos alcançar êxito através do tripé freiriano, avançando em três etapas, nas quais a **codificação** é a mediação entre o contexto real e o contexto teórico (prática do jogo e os tópicos da Física), a **problematização** se manifesta no diálogo entre o educador e o educando, a fim de que se reconheçam as representações simbólicas através do jogo, e, por fim, a **descodificação** que é a análise crítica e a exteriorização da visão de mundo do sujeito.

Associar a *capoeira* à Física escolar encontra escassos exemplos de aplicabilidade nos referenciais teóricos. Após extensa pesquisa, conseguimos reunir um arcabouço teórico que nos ajuda a fundamentar este trabalho. Todavia, esta dificuldade aponta para a necessidade de mais pesquisas sobre o tema. Nosso trabalho tem como referências a análise dos movimentos de Perea (2020), a biomecânica de Amadio et al. (2005) e a pesquisa de Kandus et al. (2006), que tratam do estudo do berimbau, instrumento que dita o ritmo do jogo de capoeira. Além disso,

empregamos os trabalhos de Lopes (2008) para entender os obstáculos na implementação da temática étnico-racial e o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana no currículo da educação profissional e tecnológica no Brasil.

A pertinência da utilização da *capoeira* no campo da Física demonstra-se através da leitura de alguns trechos do trabalho de Dumoulié (2006), com grifo nosso nos termos que queremos chamar a especial atenção do leitor:

Ora, a capoeira é precisamente essa arte da pura **dinâmica** [ênfase adicionada] e da pura **potência** [ênfase adicionada], que esquia todo **centro de gravidade** [ênfase adicionada], que somente utiliza códigos para melhor improvisar e se atirar desenfreadamente no **vazio** [ênfase adicionada] (p. 12).

O jogo da capoeira, que remete a todo o simbólico do candomblé, é um grande jogo **cósmico** [ênfase adicionada] cuja **força de gravitação** [ênfase adicionada] irá mover corpos, **astros** [ênfase adicionada] e **galáxias** [ênfase adicionada] fora do círculo da roda (p. 15).

Sem ter estudado a **física quântica** [ênfase adicionada], o capoeirista sabe que a **energia** [ênfase adicionada] criadora provém do **vazio** [ênfase adicionada] e que a vida nasce da potência do virtual que contém, por sua vez, todo o devir em **potência** [ênfase adicionada]. Assim, a arte de esquivar consiste em dar lugar ao golpe que se frustra no ar, ao golpe de pés que não atinge seu alvo. Nesta **força** [ênfase adicionada] gasta pelo adversário, o jogador acha sua própria **energia negativa** [ênfase adicionada]. Tal como os **buracos negros** [ênfase adicionada] que aspiram à energia das estrelas, o capoeirista encontra no golpe que falta de seu adversário o **espaço** [ênfase adicionada] ocioso onde tirar a **energia** [ênfase adicionada] de seu gesto (p.16).

O uso da capoeira na educação formal abre um leque de possibilidades que vai além do estudo de tópicos especificamente científicos. Buscamos trabalhar os temas numa ótica transdisciplinar, construindo pontes entre as diversas áreas do conhecimento escolar. Para Patrick (2013) transdisciplinaridade “é uma epistemologia que se integra ao objeto e aos objetivos científicos e com eles se articulam, desembocando em um além das disciplinas científicas, abrindo o campo do conhecimento aos saberes não acadêmico e ao autoconhecimento” (p. 83). Em Nicolescu (1999) vemos que a “transdisciplinaridade é aquilo que transcende as disciplinas, que está entre, através e além das disciplinas” (p. 54). Remetendo-nos a etimologia da palavra, ‘trans’ aquilo que atravessa os limites, a entendemos como algo que ultrapassa, transpassa o disciplinar. Nesse sentido, ao utilizar a *capoeira* na escola objetivamos fugir do paradigma tradicional e do individualismo. Moraes e Navas (2015) afirmam que:

... a transdisciplinaridade implica uma nova fenomenologia complexa do conhecimento humano e confirma o caráter indissociável entre as experiências vividas e o operar das inteligências e das linguagens. Pressupõe também que tanto o conhecimento como a aprendizagem implicam a existência de processos interdependentes, constituídos por uma tessitura funcional em rede, envolvendo aspectos interativos, recursivos, dialógicos, construtivos hologramáticos, assim como socioafetivos, culturais, emergentes e transcendentais, que influenciam nosso sentir/pensar/agir (p. 39).

O diálogo desses autores se complementa na ideia de que a *transdisciplinaridade* está além das disciplinas e rompe o projeto disciplinar, tanto em questões acadêmicas quanto em questões afetivas, sociais e culturais. A *capoeira*, além de ser uma prática esportiva é também patrimônio cultural, atividade social, elemento religioso, entre outros. Ela traz em si diversos

elementos, não somente de cunho cultural e artístico, mas também das ciências da natureza. Com a *capoeira* podemos adentrar em projetos que envolvam saberes diversos, bem como abraçar os saberes do próprio estudante, utilizando seu capital cultural como ponto de partida para uma educação mais abrangente e acolhedora.

Como destaca Sá (2021), a educação formal pode atuar como uma via de mão dupla no sentido de serem pensadas “saídas descoloniais”, como sugere o teor da Lei nº 10.639 (2003), rompendo com o que Sá chamou de “mecanismo de manutenção do colonialismo no plano simbólico”. Objetivamos, portanto, por meio dessa proposta enriquecer as aulas de ciências trazendo para os ambientes formais de ensino práticas que aproximem os educandos de parte da sua cultura outrora negligenciada nesses locais.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Desde 2006, o autor desse artigo tem implementado no ensino profissionalizante de nível médio do Cefet/RJ o uso da *capoeira* como tema motivador para estudo de diversos conceitos físicos, em diferentes etapas do ensino médio. Inicialmente, mostraremos alguns exemplos, trabalhados nas aulas em apresentações de multimídia, animações, vídeos e, em certas ocasiões, com a promoção de visitas de grupos de capoeiristas, que realizaram demonstrações em dinâmicas que agregaram muito à experiência dos estudantes. Depois descreveremos nesse artigo, em mais detalhes, a experiência aferida em 2019 com turmas do primeiro ano do ensino médio, no tópico de ***dinâmica das rotações***. Escolhemos esse assunto por ele ser muito rico em contextualização e, embora seja pouco abordado no ensino médio tradicional do Brasil, está presente na grade curricular do Cefet/RJ, tendo muita importância para cursos como Edificações e Mecânica.

3.1 Exemplos de aplicações utilizados entre 2006 e 2018

Comumente os livros didáticos abordam a questão do centro de massa trazendo como exemplos os movimentos de saltos ornamentais ou ginástica artística, esportes comumente considerados de elite, de origem europeia e praticados predominantemente por pessoas do estereótipo caucasiano. Ao executar determinadas ações com o corpo, um atleta consegue mudar a posição do seu centro de massa, porém o movimento do centro de massa, em função de forças externas ao corpo do atleta, não é alterado (Figura 1). Nessa prática educativa propomos a incorporação dos movimentos da *capoeira* à gama de exemplos sobre este tópico. Ao invés de se utilizarem nas aulas apenas exemplos pertinentes aos esportes tipicamente da cultura ocidental europeia, são usados também os movimentos do esporte de cultura afro-brasileira. Na Figura 2, pode-se perceber que no jogo de capoeira estão presentes movimentos que representam bem o estudo do centro de massa (CM).

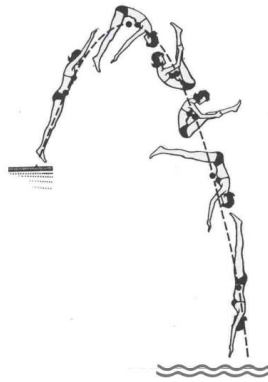


Figura 1 A linha tracejada ilustra a trajetória do centro de massa no salto ornamental. Adaptado de Vestibular Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003, (<http://comperve.ufrn.br/conteudo/provas/provas2003.htm>).

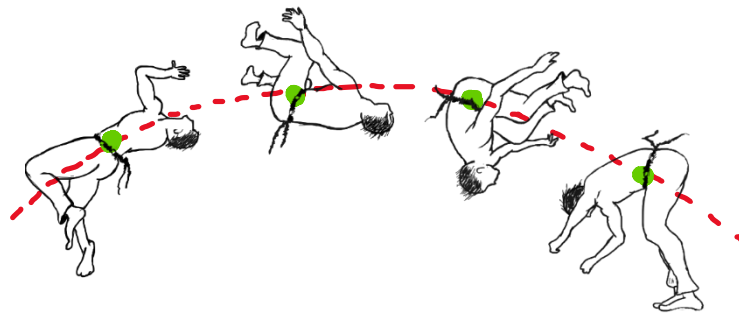


Figura 2 No movimento do capoeira o corpo gira no ar, mas o CM faz um movimento parabólico.

Outro aspecto abordado sobre o tema é que para um corpo apoiado não tombar é preciso que a linha de ação de seu peso intercepte a região de apoio (Figura 3).

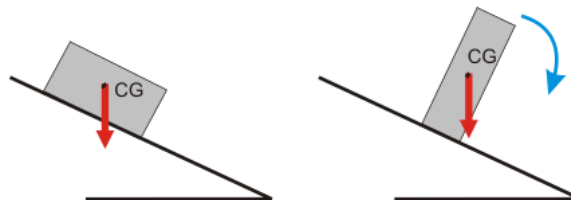


Figura 3 Tombamento.

Uma das maiores humilhações para o *capoeira* é sujar seu *abada* – a roupa. Quando ocorre uma queda na roda o jogador geralmente se irrita e sofre com as brincadeiras dos demais. No jogo de *capoeira*, para não sofrer humilhação, o jogador deve alterar sua postura corporal para que a linha de ação do seu peso esteja sempre na linha que intercepta o seu apoio (pé) (Figura 4). Esse é um exemplo evidente de um conhecimento prévio do jogador, aprendido de forma empírica, o qual ele raramente sabe explicar cientificamente.

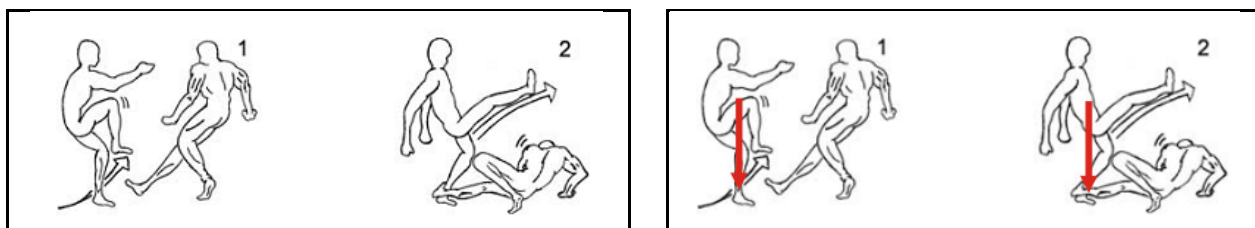


Figura 4 Ataque e Defesa na Capoeira
Movimentos da capoeira: Ataque com Bênção – Defesa com Negativa.
Adaptado de Amadio et al., 2005, p. 154.

Um assunto pouco abordado no ensino médio no Brasil é o estudo da dinâmica de rotações. É comum os livros didáticos, para esse nível de ensino, ignorarem este tópico. Quando não, ele é tratado com exemplos que fazem referência ao movimento de esportes tipicamente praticados por pessoas do estereótipo caucasiano, como uma patinadora ou uma bailarina. A Figura 5 é a reprodução de um livro muito utilizado como referência no ensino médio do Brasil (Ramalho et al., 2007), na qual uma patinadora altera o seu momento de inércia ao fechar os braços. Como o momento angular é conservado sua velocidade angular aumenta.

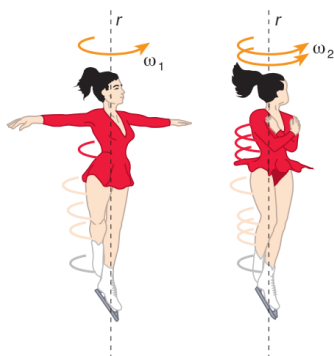


Figura 5 Patinadora em seu giro.
Adaptado de Ramalho et al., 1993, p. 3.

Através da capoeira, pode-se utilizar do movimento do jogador na exemplificação do mesmo fenômeno (Figura 6).

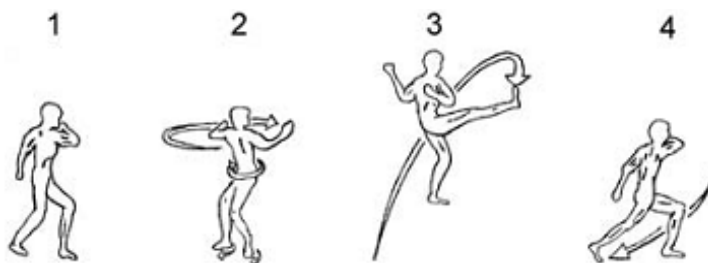


Figura 6 Golpe de Armada.
Adaptado de Amadio et al., 2005, p. 155.

No golpe de “Armada” o jogador prepara-se para girar em alta velocidade (posição 1), executa o giro na posição 2 e, ao estender a perna para atingir o outro jogador (posição 3) sua velocidade angular diminui. Isso acontece em virtude do aumento no momento de inércia da posição 3 e da conservação do momento angular. É importante destacar que no jogo de capoeira raramente há o contato físico. Embora o esporte seja a representação de uma luta, com golpes e movimentos mortais, o jogo mais se assemelha a uma dança. Os jogadores executam os movimentos alternando suas velocidades, sempre passando bem próximos ao seu “oponente”, mas nunca com intuito de atingi-lo. Mesmo que aparentemente o esporte seja violento, ele carrega em si uma filosofia pacífica. Podemos destacar, inclusive, que o vocábulo utilizado para se referir a capoeira é associado ao “jogo”. Usa-se o verbo “jogar” para descrever a ação e o termo “jogador” (ou até mesmo próprio nome do esporte) para se referir ao praticante: “*o capoeira é quem entra na roda para jogar*”.

A música representa um papel fundamental na *capoeira*. É o som que dita o ritmo do jogo e confere a esse esporte um caráter lúdico. Além dessa função, as letras das “xulas” – como são chamadas as músicas na *capoeira* – contam a história não apenas do jogo, mas também do povo negro e de sua luta pela liberdade. Como uma tentativa de incorporação dos aspectos culturais brasileiros, utilizamos o *berimbau*, instrumento que dita o ritmo na roda de *capoeira*. O *berimbau* é um instrumento de corda, composto de um arame (fio de aço) conectado às extremidades de um pau de beribá (verga) e uma *cabaça* presa ao pau por uma corda fina de algodão.

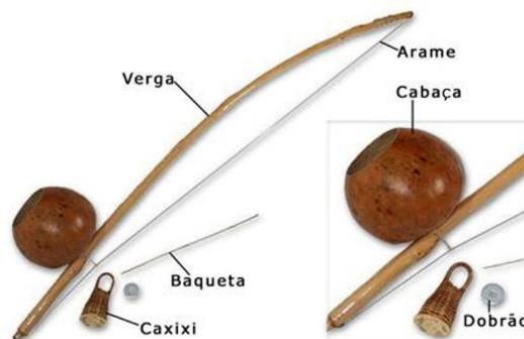


Figura 7 Berimbau

Adaptado de https://abadarodos.files.wordpress.com/2012/01/img_0666.jpg.

Uma curiosidade sobre o instrumento é que a madeira do pau de beribá é cortada e enterrada por vários dias antes de ser utilizada na confecção do *berimbau*. O fio de aço conectado ao pau, que funciona como a corda vibrante e produz as ondas sonoras, é geralmente retirado de velhos pneus de automóveis. O *berimbau* toma a forma de um arco. Uma cabaça, geralmente em formato esférico, é presa ao arco (Figura 7). O termo cabaça ou porongo (*Lagenaria siceraria* ou *Lagenaria vulgaris*) é a designação comum a plantas da família das cucurbitáceas e a uma da família das bignoniáceas. Também são chamadas de cabaceira, porongueiro e cabaceiro. A cabaça funciona como caixa de ressonância. No fenômeno da ressonância, quando a frequência da fonte coincide com a frequência natural de oscilação de um corpo, a amplitude de oscilação atinge valores elevados. O barbante (fio de algodão) que prende a cabaça ao arco tem a função também de dar afinação ao instrumento. Ele “ajusta” a tensão do fio de aço que funciona como corda vibrante. Para fazer o fio de aço vibrar bate-se nele com um graveto (geralmente um palito de

churrasco), que funciona como baqueta. Além disso, compõe o *berimbau* um dobrão de bronze usado em contato ou não com o fio de aço para amortecer as vibrações, além de um chocalho chamado de *caxixi*. O *caxixi* é uma estrutura trançada que contém conchas ou pedrinhas e é agitado ao ritmo do *berimbau*, conforme a canção. Como referência usamos o trabalho de Kandus et al. (2006) sobre a aplicação do *berimbau* no estudo das oscilações.

Frequentemente os exemplos abordados no ensino médio para tratar de ondas numa corda são os de instrumentos considerados “clássicos”, como o violão ou o violino. Estes instrumentos, embora façam parte do nosso cotidiano, trazem informações culturais referentes à influência principalmente europeia, eles não carregam nenhum componente cultural no que diz respeito ao papel africano em nossa origem. Por que negligenciar exemplos tão fortes da presença africana nas raízes brasileiras? Por que não inserir estes elementos que fazem parte do dia a dia dos estudantes e que refletem a história da formação do povo brasileiro?

3.2 Experiência conduzida em 2019 com dinâmica de rotações

Como prática pedagógica, implementamos a inserção de elementos da *capoeira* desde 2006 em turmas do ensino médio profissionalizante do Cefet/RJ. Nos anos iniciais, o emprego da proposta foi bem incipiente e tinha caráter predominantemente ilustrativo. Em alguns anos não houve a possibilidade de aplicação em virtude de várias limitações, tais como uma paralisação das atividades durante vários meses por greve dos docentes (o que acabou por afetar os currículos escolares por vários anos), uma reestruturação curricular com mudança de grade de 3 anos para 4 anos, dentre outros fatores. A partir de 2014 iniciamos uma fase de sistematização e pesquisa selecionando um tópico específico para aferição. Escolhemos relatar aqui a experiência ocorrida em 2019, por ser a mais próxima em termos temporais. Com a pandemia do Covid-19 no ano seguinte, as atividades escolares migraram para o modelo remoto, na qual não houve possibilidade de avanço. O ano de 2022 se deu de forma híbrida e esperamos a retomada da pesquisa em 2023 com o pleno funcionamento presencial da escola.

A experiência descrita aqui foi realizada com duas turmas do 1º ano: uma do curso de Mecânica e outra do curso de Edificações. As turmas eram compostas por 40 e 38 estudantes, respectivamente. Esses alunos residiam em diferentes localidades da capital do Estado do Rio de Janeiro e nos municípios ao seu entorno, a chamada “região metropolitana”. A região metropolitana é composta por 19 municípios, abrangendo 12% da área do Rio de Janeiro e com cerca de 75% da população desse estado. Nesses municípios encontram-se índices, em média, de 65% da sua população que se autodeclara preta ou parda. Em todas essas localidades a *capoeira* é praticada com regularidade em praças e academias. É importante destacar que o Rio de Janeiro recebeu aproximadamente 2,6 milhões de pessoas escravizadas de diversas regiões do continente africano, sendo o estado brasileiro que mais recebeu pessoas nessa condição.

Algumas informações foram coletadas junto aos alunos através de um formulário de dez questões, aferido ao final do processo. Na pergunta nº 02 desse questionário detectamos que 28% dos discentes se autodeclararam brancos, enquanto 49% se disseram pardos e 21% pretos. Considerando o preconceito inerente a autodeclaração de etnia no Brasil, avaliamos que 70% dos estudantes se declarando pardos ou pretos encontra-se muito próximo ao número encontrado na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. Nenhum estudante se autodeclarou indígena. Em relação a faixa etária, 28 estudantes (36%) tinham idade inferior ou igual a 14 anos,

48 alunos tinham idades entre 15 e 16 anos (62%), dois estudantes (3,0%) estavam na faixa de 17 a 18 anos e nenhum era maior de 18 anos.

Escolhemos o tópico de **dinâmica das rotações**, componente curricular das turmas pesquisadas. A abordagem transcorreu em cinco encontros semanais de 1h40min cada um. Na condução dessa experiência, decidimos agir em três vertentes: *reflexão*, *ação* e *transformação*, fundamentados na proposta de Paulo Freire (*codificação, problematização e decodificação*). Dessa forma, atuamos em três estágios iniciando a fase de *reflexão* com a *capoeira* e seus movimentos. Organizamos a turma num semicírculo e, usando o multimídia da sala, projetando trechos do documentário *National Geographic Fight Science Stealth Fighter - The Kick Test (feat. Capoeira)*¹. Perguntamos aos estudantes o que eles sabiam sobre aquele esporte. Os alunos demonstraram uma boa interação durante essa fase. Eles foram convidados a relatar o que já conheciam sobre a *capoeira*, baseados em suas experiências cotidianas. O discurso dos estudantes trouxe elementos importantes para o debate. Alguns disseram conhecer a *capoeira* através de demonstrações em praças públicas, outros citaram um filme estadunidense sobre o tema e alguns relataram nunca ter tido contato direto com o jogo (apesar de conhecê-lo). Em nosso formulário, aplicado ao final do processo, aferimos na pergunta nº 05 que 41% dos alunos já haviam assistido ao vivo alguma prática do jogo, ao passo que os outros 59% conheciam, mas nunca haviam tido contato presencial. Mesmo nenhum estudante relatando ser praticante do esporte, apareceram elementos importantes sobre a Física no discurso deles, por exemplo: os conceitos de *velocidade*, *força*, *aceleração*, dentre outros. Nesse momento já estávamos em transição para a fase da *ação*, que avançou para o encontro seguinte, no qual problematizamos os movimentos do jogo, trazendo questionamentos aos estudantes. Solicitamos que os estudantes se organizassem em grupos de 4 pessoas e propomos perguntas sobre se a rotação influenciava nos elementos destacados por eles e se o “impacto” ou “efetividade” dos golpes era afetado por esse tipo de movimento. Esse momento gerou, propositalmente, muitos questionamentos dentro dos grupos, que deveriam retornar o seu debate de forma escrita para o professor. Buscávamos com isso agir na curiosidade e na desconstrução do senso comum.

Nos encontros seguintes avançamos à fase da *descodificação*, visamos transformar os saberes prévios, desconstruindo as ideias de senso comum que não encontravam base científica e estabelecendo conexões entre a prática empírica e o conhecimento acadêmico. Nesse momento, o educador procedeu ao “ensino formal” dos tópicos tratados, com o devido formalismo matemático, mas sempre procurando associar aos movimentos do jogo de *capoeira*. Esse momento durou dois encontros, nos quais o educador apresentou uma sequência de slides em *PowerPoint*, contendo as bases teóricas relacionadas ao momento angular e ao torque, permeadas por imagens e vídeos do jogo de *capoeira*. Num primeiro momento todos os exemplos tradicionalmente usados nos livros didáticos foram substituídos pelos movimentos do jogo de *capoeira*, depois o professor estabeleceu relações entre exemplos *tradicionais* (tais como o balé e a patinação) e os movimentos do jogo de *capoeira*.

¹ Disponível em: <https://www.dailymotion.com/video/x2k4dwc>, acessado em: 14/06/2022.

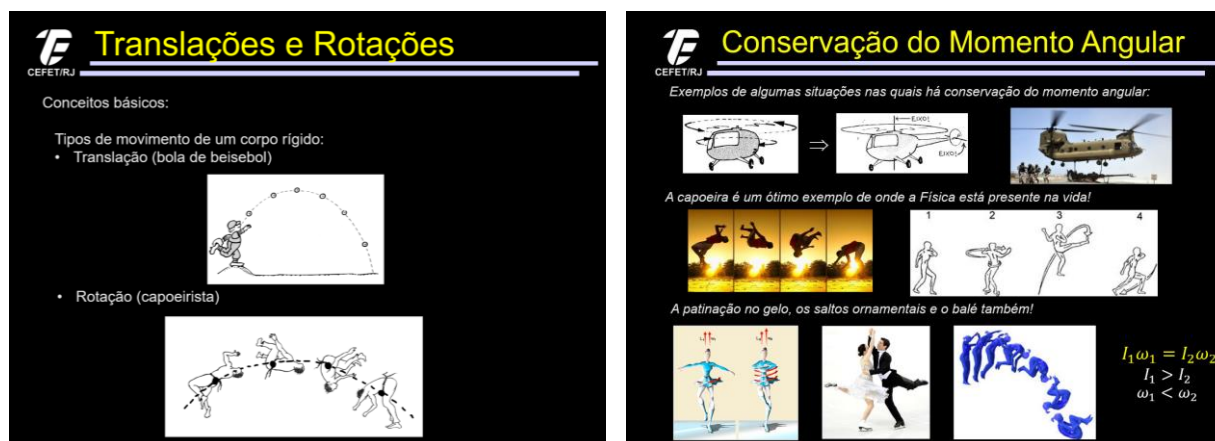


Figura 8 Exemplos de slides usados na fase da apresentação “formal” dos conteúdos.

Com relação ao paralelo entre as exemplificações simbólicas, destacamos que a pergunta nº 04 do formulário final confirmou nossa ideia prévia de que as atividades ditas “tradicionais”, tais como balé, patinação no gelo e salto ornamental, não são comuns ao cotidiano dos estudantes do Cefet/RJ. Dessas três atividades apenas o balé encontrou 6% de respondentes que afirmaram ter praticado algum dia, as outras ninguém relatou já ter realizado.

O último encontro foi reservado para uma revisão dos tópicos ensinados e para resolução de problemas, bem como um espaço reservado para os estudantes responderem o questionário final. Como autocrítica, nas próximas experiências, pretendemos elaborar outras perguntas e dividir o formulário em dois, aplicando um questionário prévio e outro no final. Ambicionamos assim avaliar momentos diferentes da prática pedagógica e até mesmo ter a possibilidade de comparar alguns resultados.

Destacamos que em todos os estágios dessa experiência aproveitamos para contar e aprofundar um pouco a história da *capoeira*, bem como realçar a importância da cultura africana na formação do nosso povo. Infelizmente, por falta de tempo, não conseguimos avançar para a transdisciplinaridade. Como um desdobramento, esperamos que em aplicações futuras seja realizado um trabalho transdisciplinar com os componentes curriculares de História e Sociologia, compondo um grande projeto de ensino dentro da instituição.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Com o propósito de colher as impressões dos estudantes, aplicamos um formulário de dez questões ao final do processo. As questões possuíam níveis de classificação nas alternativas e algumas tinham um espaço para o livre comentário dos estudantes. A investigação qualitativa baseou-se nas respostas ao questionário, nos relatos dos estudantes e na observação do docente/pesquisador. Com base nesses dados, concluímos que a utilização da *capoeira* nas aulas de Física contribuiu positivamente no processo de aprendizagem.

Parte da investigação objetivou avaliar se houve mudança no *engajamento* dos estudantes. Segundo Schaufeli et al. (2002), o engajamento escolar nos permite avaliar o esforço, o envolvimento e o sentimento desenvolvido pelos estudantes em relação a uma determinada atividade. A análise do engajamento na intervenção educacional pode contribuir com elementos

que indiquem um aumento do *nível de interesse* dos alunos. Entendemos que o aumento do engajamento está diretamente relacionado a motivação dos estudantes para aprender. Para tentar entender se houve mudança no engajamento, perguntamos aos estudantes sobre o seu *nível de entusiasmo* e quanto a sua *satisfação* para estudar os temas das aulas de Física, após a aplicação da *capoeira*. A análise das respostas indicou que 60% dos estudantes se percebem mais satisfeitos, enquanto 83% se percebem mais entusiasmados para estudar os assuntos tratados. Em contrapartida, identificamos um número baixíssimo de estudantes dizendo que a satisfação diminuiu (3%) e nenhum estudante respondeu ter sentido impacto negativo em seu entusiasmo.

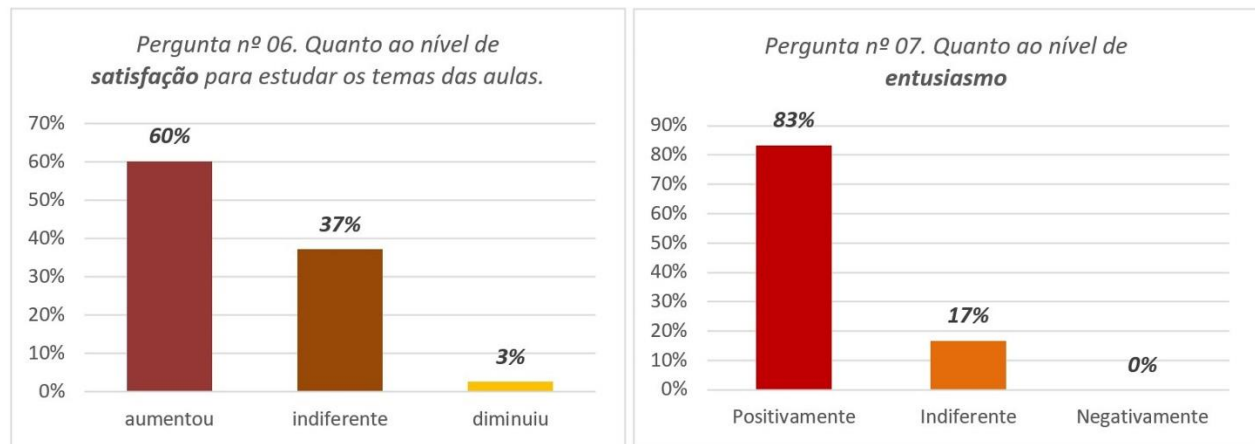


Figura 9 Questões nº 06 e 07: *satisfação* e *entusiasmo* para estudar Física após as aulas com *capoeira*.

Buscamos também entender como o uso da *capoeira* afetou o interesse pelos assuntos estudados perguntando se os exemplos do jogo *inspiraram* os alunos a estudar a Física fora do ambiente escolar. Além disso, questionamos se o seu *nível de concentração* foi afetado pela introdução dos elementos da *capoeira* nas aulas. Como resultado, vimos que a maioria dos estudantes se percebeu mais interessado em pesquisar pelos tópicos da Física fora do ambiente escolar, 41% interessaram-se “muito” e 36% aumentaram de forma “moderada”. Um número expressivo de respondentes, 73%, afirmaram que seu nível de concentração nas aulas sofreu impacto positivo, ao passo que apenas 21% se perceberam indiferentes. Para 6% dos estudantes o uso da *capoeira* prejudicou a concentração. Não pudemos detectar, com base apenas no formulário, o que levou a esse resultado, embora consideremos um número baixo.

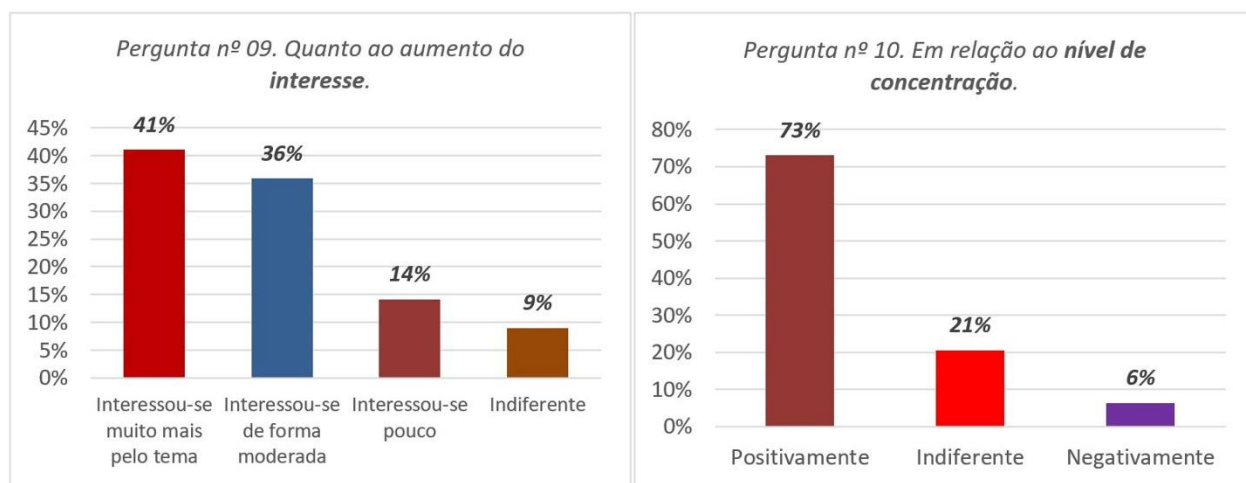


Figura 10 Questões nº 09 e 10: aumento do interesse e do nível de concentração.

Em relação a contextualização, perguntamos aos estudantes se eles sentiram que a aulas com a *capoeira* aproximaram o **conhecimento teórico à prática** e a **vida cotidiana**. Os dados coletados evidenciaram que 78% dos estudantes tiveram a percepção que a prática pedagógica com uso da cultura de matriz africana foi de “grande ajuda” na contextualização, enquanto 18% responderam que “ajudou um pouco” e apenas 4% que “não ajudou em nada”. Nenhum estudante disse que a *capoeira* “prejudicou” a aproximação da teoria à prática.

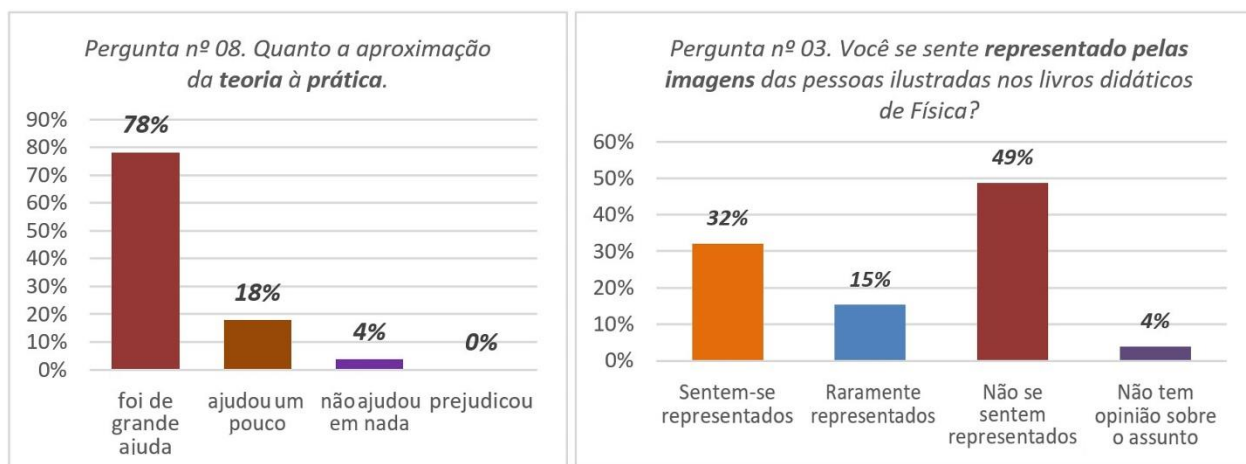


Figura 11 Questões nº 08 e nº 03 sobre a aproximação do **conhecimento teórico à prática** e a **vida cotidiana** com o uso da *capoeira* e sobre **representatividade** nos livros didáticos.

Por fim, algo que pretendemos fazer como desdobramento desse trabalho se refere a representatividade nos livros didáticos de Física. Entendemos que há pouca representatividade dos matizes que compõe o povo brasileiro no material didático e aproveitamos para perguntar aos estudantes sobre suas impressões em relação ao assunto. A representatividade étnica e de gênero têm sido assuntos muito debatidos na sociedade brasileira nos últimos anos e o Cefet/RJ tem desenvolvido um importante trabalho nessa área junto aos seus alunos. Notamos que 49% dos respondentes não se sentem representados e 15% sentem-se “raramente representados”

pelas imagens de pessoas nos livros didáticos. Esse número é muito semelhante a identificação étnica dos estudantes, detectada no mesmo questionário (70% se declararam pardos ou pretos).

Em relação ao nível de aprendizado sobre os tópicos estudados, não foram realizadas medições que comparassem a aprendizagem em termos de valores absolutos do progresso, pois isso implicaria em equiparar “valores para a intensidade do entendimento” dos conteúdos. Para comparar a aprendizagem entre os domínios, seria necessário traçar perfis de progresso do entendimento, especificados pelo ganho relativo nos valores dos parâmetros da proficiência, o que não foi o foco da nossa abordagem. Destacamos a necessidade de mais estudos para afirmar se o nível de aprendizado será significativamente afetado pela mudança de abordagem com elementos de cultura afro-brasileira nas aulas de Física.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Como prática pedagógica, e analisando os aspectos qualitativos da aplicação, concluímos que a utilização da *capoeira* nas aulas de Física trouxe elementos positivos ao processo de aprendizagem. Consideramos que os relatos dos estudantes e suas respostas ao questionário justificam a mudança de abordagem com a introdução de elementos como a *capoeira*. Podemos afirmar, com segurança, que em relação ao nível de interesse houve uma significativa melhora, evidenciado também pelo nível de participação nas aulas registrado pelo pesquisador. Não obstante, ressaltamos há necessidade de mais estudos sobre se essa mudança pode trazer resultados mais efetivos à aprendizagem, quanto a proficiência dos estudantes. Como desdobramento, propomos um aprofundamento da pesquisa em futuros trabalhos. Inferimos, com base no estudo dessa prática educativa, não somente através dos dados do questionário como também da observação do docente/pesquisador, que vários estudantes mostraram uma mudança de atitude em relação à Física. O estudo demonstrou um maior engajamento, uma postura mais positiva, uma melhora da concentração, do interesse e da participação nas aulas. Esses fatores por si só já justificam a introdução dessa prática pedagógica nas aulas de ciências.

Outras vertentes deste trabalho também podem ser citadas para justificar sua aplicação. Encontram-se na literatura exemplos de que a abordagem da ciência por meio de elementos cotidianos tem trazido bons resultados. Várias pesquisas, as quais usamos para fundamentar esse trabalho, têm destacado a importância da contextualização dos temas escolares para construção de um ensino próximo ao dia a dia do educando, o que daria mais significado ao que é ensinado, auxiliando na compreensão e na apropriação dos saberes. Esse tipo de proposta com a inserção da *capoeira* mostrou como é importante trazer para escola a representatividade étnica e as experiências dos alunos, situando-os como parte da comunidade em que se inserem. Além disso, observamos que essa prática auxiliou os estudantes a se sentirem parte ativa do processo de aprendizagem, despertando a curiosidade e fortalecendo a motivação para aprender. O saber cultural pode e deve ser valorizado pela escola, pois ele é parte da vida dos estudantes e compõe importante aspecto da sua formação.

Esperamos ter contribuído no sentido de motivar os alunos ao estudo da Física e ao mesmo tempo realçar a riqueza da nossa história e da cultura popular, refletida nas nossas raízes negra e africana e que estão no âmago da formação do povo brasileiro.

REFERÊNCIAS

- Amadio, A. C., Brennecke, A. & Serrão, J. C.. (2005). Parâmetros dinâmicos de movimentos selecionados da Capoeira. *Revista Portuguesa De Ciências Do Desporto*, 5(2), 153-159. http://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-05232005000200003&lng=pt&tlng=pt
- Battistel, O. L., Holz, S. M., & Sauerwein, I.. (2022). Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 44(Rév. Bras. Ensino Fís., 2022 44). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0278>
- Capoeira, N.. (2002). *Capoeira: manual do pequeno jogador* (7a ed). Ed. Record.
- Dumoulié, C.. (2005) La Capoeira. Une philosophie du corps. *Chimères, Revue des schizoanalyses*, 58-59, 263-282. https://www.persee.fr/doc/chime_0986-6035_2005_num_58_1_1637
- Fontenele, Z. V., & Cavalcante, M. da P.. (2021). Práticas docentes no ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena. *Educação E Pesquisa*, 46(Educ. Pesqui., 2020 46), e204249. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634202046204249>
- Freire, P.. (2021). *Ação cultural para a liberdade e outros escritos* (18a ed). Paz e Terra. (Original publicado em 1997).
- Freire, P.. (2019). *Pedagogia do oprimido* (84a ed). Paz e Terra. (Original publicado em 1968).
- Kandus, A., Gutmann, F. W. & Castilho, C. M. C.. (2006). A Física das oscilações mecânicas em instrumentos musicais: Exemplo do berimbau. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 28(Rév. Bras. Ensino Fís., 2006 28(4)), 427-433. Sociedade Brasileira de Física. <https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000400004>
- Lei nº 10.639, de 09 de janeiro de 2003. (2003, 09 de janeiro). Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Presidência da República. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.639.htm
- Lei nº 11.645, de 10 de março de 2008. (2008, 10 de março). Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". Presidência da República. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11645.htm
- Lopes, A. L.. (2008). Considerações sobre o ensino de história e cultura afro-brasileiras e suas implicações curriculares. In Nunes, A. E. da S. S. & Oliveira, E. V. de. (Orgs.) *Implementação das diretrizes curriculares para a educação das relações étnico-raciais e o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana na educação profissional e tecnológica* (pp. 40-51). Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- Ministério da Educação. (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>
- Moraes, M. C. & Navas J. M. B.. (2015). *Transdisciplinaridade, Criatividade e Educação: Fundamentos ontológicos e epistemológicos*. Papirus.
- Nicolescu, B.. (1999). *O manifesto da Transdisciplinaridade*. Triom.
- Patrick, P.. (2013). *Saúde e Transdisciplinaridade: A Importância da Subjetividade nos Cuidados Médicos*. Edusp.
- Perea, S. M.. (2020). *O Movimento na Capoeira: Análisis técnico del movimiento en la capoeira*. Independently Published.
- Ramalho, F. R., Jr., Ferraro, N. G. & Soares, P. A. de T.. (2007). *Os Fundamentos da Física – Temas Especiais*. (8a ed, Vol. 1). Editora Moderna. https://www.moderna.com.br/fundamentos/temas_especiais/dinamica.pdf
- Rihs, A. R., Dickman, A. G., & Leite, C.. (2022). Uma abordagem contextualizada da física no curso de engenharia ambiental e sanitária. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 44(Rév. Bras. Ensino Fís., 2022 44). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0335>

- Sá, A. P. dos S. de .. (2021). Por um cânone escolar antirracista no ensino médio: um olhar aos livros didáticos de Português. *Revista Brasileira De Educação*, 26(Rév. Bras. Educ., 2021 26). <https://doi.org/10.1590/S1413-24782021260092>
- Schaufeli, W. B., Salanova, M., González-Romá, V., & Bakker, A. B. (2002). The measurement of engagement and burnout: A two sample confirmatory factor analytic approach. *Journal of Happiness Studies*, 3, 71-92. <http://doi.org/10.1023/A:1015630930326>.
- Silveira, L. G. F., & Munford, D.. (2020). Aprendizagem de ciências: uma análise de interações discursivas e diferentes dimensões espaço-temporais no cotidiano da sala de aula. *Revista Brasileira De Educação*, 25(Rév. Bras. Educ., 2020 25), e250015. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782020250015>

EXTRATOS DE FOLHAS, FLORES, FRUTOS E RAÍZES COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE

LEAF, FLOWER, FRUIT, AND ROOT EXTRACTS AS ACID-BASE INDICATORS

EXTRACTOS DE HOJAS, FLORES, FRUTOS Y RAÍCES COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE

Elisa Saraiva^{1, 2, 3}, Carolina Costa¹, Catarina Silva¹, Filipa Oliveira¹, Inês Ribeiro¹, Leonardo Rocha¹, Madalena Ribeiro¹, Mariana Carvalhal¹, Regina Henriques¹, Rodrigo Pinheiro¹, Salvador Costa¹, Tomás Antunes¹, Tomás Amaral¹ & Maria Manuel Azevedo^{1, 4}

¹Clube Ciência Viva na Escola, Agrupamento de Escolas D. Maria II, V.N. Famalicão, Portugal

²Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico do Porto, Portugal

³inED - Centro de Investigação e Inovação em Educação e Inovação em Educação, Escola Superior de Educação do Porto, Portugal

⁴CINTESIS - Centro de Investigação em Tec. da Saúde e Sistemas de Informação, Faculdade de Medicina, Universidade do Porto, Porto, Portugal
elisasaraivase.ipp.pt

RESUMO | O trabalho teve como objetivo levar os alunos a descobrir que alguns extratos de pigmentos vegetais têm potencial de utilização como indicadores colorimétricos de ácido-base, testando alguns deles em soluções aquosas de uso quotidiano. Os resultados das investigações dos alunos foram apresentados em poster à comunidade escolar e também organizados numa comunicação oral que os alunos apresentaram num congresso de jovens cientistas. Na proposta didática, foi desenvolvida uma situação formativa de acordo com metodologia *inquiry*, na qual estiveram envolvidos alunos do 8º ano. O envolvimento dos alunos em práticas epistémicas levou ao desenvolvimento de importantes competências, das quais se destacam as associadas à colaboração e comunicação.

PALAVRAS-CHAVE: Educação STEM, Práticas Epistémicas, Metodologias ativas, Aprendizagem colaborativa, Comunicação em ciência.

ABSTRACT | The work aimed to lead the students to discover that some plant pigment extracts have potential for use as colorimetric acid-base indicators, by testing some of them in everyday aqueous solutions. The results of the students' investigations were presented in posters to the school community, and also organised in an oral communication that the students presented at a young scientists' congress. In the didactic proposal, a formative situation developed according to inquiry methodology, 8th grade students were involved. The students' involvement in epistemic practices led to the development of important competences, among which those associated with collaboration and communication stand out.

KEYWORDS: STEM Education, Epistemic practices, Active learning, Collaborative learning, Communication in Science.

RESUMEN | El trabajo pretendía llevar a los alumnos a descubrir que algunos extractos de pigmentos vegetales tienen potencial para ser utilizados como indicadores colorimétricos ácido-base, probando algunos de ellos en soluciones acuosas cotidianas. Los resultados de las investigaciones de los alumnos se presentaron en carteles a la comunidad escolar y también se organizaron en una comunicación oral que los alumnos presentaron en un congreso de jóvenes científicos. En la propuesta didáctica, una situación formativa desarrollada según la metodología de indagación, participaron alumnos de 8º grado. El involucramiento de los alumnos en prácticas epistémicas condujo al desarrollo de importantes competencias, entre las que se destacan las asociadas a la colaboración y la comunicación.

PALABRAS CLAVE: Educación STEM, Prácticas epistémicas, Aprendizaje activo, Aprendizaje colaborativo, Comunicación en ciencia.

1. INTRODUÇÃO

Esta atividade resultou de uma situação formativa implementada, de forma articulada entre os contextos de educação formal e não formal, com um grupo de alunos do 8º ano de escolaridade, que frequentam semanalmente o Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II de Vila Nova de Famalicão, mas também com os demais alunos da sua turma. A situação formativa (Lopes, 2004), baseada na metodologia de *inquiry*, teve como ponto de partida a seguinte questão problema: Por que razão, quando se lava uma nódoa de vinho tinto numa toalha branca, esta por vezes não sai, mas muda de cor?

Para responder a esta questão os alunos foram realizar, autonomamente, pesquisas que os levaram a compreender que tal acontece porque o vinho tem antocianinas e as mesmas mudam a sua coloração quando em presença de soluções ácidas ou básicas, neste caso quando contactam com o sabão. A partir daí, o desafio foi o de tentarem descobrir na literatura, outros vegetais que, por também conterem antocianinas teria a mesma capacidade de originar soluções (aquosas ou alcoólicas) que pudessem, de igual modo, ser usadas como indicadores de ácido-base.

A atividade foi desenvolvida no 2º período letivo de 2021/2022 e culminou com a participação dos alunos no XIV Congresso Cientistas em Ação, realizado em abril de 2022 pelo Centro Ciência Viva de Estremoz. Nos Clubes Ciência Viva na Escola preconiza-se que o trabalho dinamizado seja, sempre que possível realizado em articulação com outras disciplinas e/ou inserido no trabalho curricular, houve nesta atividade o cuidado de complementar as atividades realizadas pelo grupo mais restrito de alunos (15 alunos) com os colegas da sua turma que, apesar de não frequentarem o clube como atividade extracurricular, eram alunos da mesma professora, o que permitiu esta integração. O trabalho desenvolvido por toda a turma na disciplina de Física e Química e as atividades dinamizadas pelo grupo mais restrito, no âmbito do Clube Ciência Viva na Escola, foram articulados, tendo uma parte do trabalho sido realizado pelos alunos do clube, que depois foram divididos por grupos de trabalho em contexto de sala de aula, onde trabalhavam com os restantes colegas nas tarefas que foram alargadas a todos.

O Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II surgiu em 2018 como resposta ao desafio lançado pela Direção Geral de Educação (DGE) e pela Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, que levaram a cabo a iniciativa de criar uma rede nacional de Clubes Ciência Viva nos Agrupamentos de Escolas/Escolas não Agrupadas, Escolas Profissionais e Estabelecimentos de Ensino Particulares e Cooperativos. Os Clubes Ciência Viva na Escola foram constituídos como espaços de ciência abertos, com o objetivo de promover o acesso de toda a comunidade educativa a práticas científicas inovadoras. Nestes espaços privilegia-se o contacto com a ciência e a tecnologia, promovendo a educação e o acesso generalizado dos alunos a práticas científicas de referência e promovendo o ensino experimental das ciências e tecnologias. Para tal, são incentivadas as parcerias entre os clubes e as instituições científicas e tecnológicas da região em que se inserem.

No ano letivo em que se desenvolveu esta atividade, o Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II era frequentado semanalmente por 15 alunos, em horário extracurricular, mas todas as atividades dinamizadas foram, sempre que possível, realizadas em articulação com outras dinamizadas em contexto educativo, tanto em projetos realizados em ligação com uma única disciplina, como é o caso da prática que aqui se relata em que a articulação foi feita com o trabalho levado a cabo na disciplina de Física e Química, como em projetos em articulação curricular com

outras disciplinas (e.g., Saraiva, Marques & Azevedo, 2022; Saraiva, Quintas & Azevedo, 2020; Saraiva, Torres & Quintas, 2019)

Quando foi lecionado o domínio das reações químicas, em particular as de ácido-base, foi proposto aos alunos, os 15 que frequentam semanalmente o Clube Ciência Viva, que investigassem, com base em artigos e publicações científicas, quais seriam os extratos de folhas, flores, raízes e frutos com potencial para serem utilizados como indicadores de ácido-base. Os extratos identificados como tendo potencial para funcionarem como indicadores ácido-base seriam extraídos pelos próprios alunos e posteriormente utilizados em contexto de sala de aula, para desenvolver uma atividade investigativa que permitisse, por um lado, identificar o carácter químico de soluções aquosas e, por outro, observar as diferentes colorações adquiridas pelos extratos em meios com diferentes gamas de pH.

As atividades dinamizadas em contexto de sala de aula foram desenvolvidas por um grupo mais amplo, uma vez que a totalidade da turma tinha 22 alunos. Uma vez que esta turma tinha alunos do ensino articulado da música e da dança, com horários distintos dos seus colegas, nem todos tinham a possibilidade de frequentar também o clube em horário extracurricular. Mas para que todos estivessem envolvidos e o trabalho dinamizado no clube fosse articulado com o currículo dos alunos, quando se lecionou na disciplina de Física e Química o domínio das reações químicas, em particular o que respeita às reações de ácido-base. Tal como preconizado nas aprendizagens essenciais (DGE, 2018), uma das experiências de aprendizagem a propor aos alunos passa pelo seu envolvimento em atividades que lhes permitam determinar o carácter químico de soluções aquosas, recorrendo ao uso de indicadores e medidores de pH. Além disso, no 7º ano, os alunos haviam já trabalhado os conceitos relativos às técnicas de separação e à solubilidade, fundamentais para o trabalho de extração dos pigmentos a utilizar como indicadores.

Tanto os resultados obtidos pelos alunos na atividade investigativa desenvolvida em sala de aula, como as diferentes técnicas de extração utilizadas para obter as soluções indicadoras, foram organizados pelos alunos que frequentam o clube para preparar uma comunicação oral que, posteriormente, apresentaram num Congresso organizado para jovens cientistas que frequentam os ensinos básico e secundário (i.e. XV Congresso Cientistas em Ação, promovido pelo Centro Ciência Viva de Extremoz). Esta atividade foi dinamizada no segundo período do ano letivo de 2021/2022 e o congresso teve lugar em abril de 2022. Nele participaram apenas 4 alunos, em representação de todo o grupo, uma vez que a logística para participar num Congresso numa cidade que fica distante da escola era complexa e dispendiosa. No entanto, foram elaborados posters científicos que foram apresentados na escola, com o contributo de todo o grupo, para divulgar o trabalho dinamizado.

A prática aqui descrita, que envolve por um lado a utilização de pigmentos para utilização como indicadores de ácido-base, nas também a complementaridade de tarefas dinamizadas em contexto formal, com outras em contexto não formal, permite ir mais além e fazer um trabalho com maior profundidade. Por outro lado, o facto de os alunos participarem no clube como atividade extracurricular e as sinergias criadas pela integração do clube na rede Ciência Viva, permite alocar recursos e possibilitar a participação num congresso. Ainda que apenas um grupo mais restrito de alunos tenha participado no clube e no congresso, a dinâmica de trabalho descrita neste artigo, permitiu que, mesmo os alunos que não o frequentam tenham tido oportunidade de estar igualmente envolvidos. Não foram ao congresso, mas tiveram a possibilidade de fazer apresentações em poster para a comunidade, por exemplo. Neste artigo, pretendemos explicitar

o modo como se articularam atividades desenvolvidas em contexto de educação formal, com outras realizadas em contexto não formal, para potenciar o envolvimento dos alunos em práticas epistémicas, i.e., práticas sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico, que lhes deram a oportunidade de desenvolver atitudes positivas sobre a ciência e o modo como esta se constrói, tornando-os cada vez mais competentes na utilização do conhecimento em contexto real (Saraiva, 2017).

No contexto educativo, foi proposto o desenvolvimento de uma situação formativa (Lopes *et al.*, 2010) que se estendeu por um conjunto de 2 aulas de 90 minutos, com todos os alunos da turma do 8º ano e que puderam ser estendidos a mais quatro sessões de 45 minutos levadas a cabo nos tempos do clube, com o objetivo de promover a aprendizagem conceptual relativa aos ácidos e bases, começando os alunos por aprender a determinar o carácter químico de soluções aquosas, recorrendo ao uso de indicadores e medidores de pH, tal como preconizado nas Aprendizagens Essenciais para a disciplina de Física e Química para o Ensino Básico (DGE, 2018). Todavia, esta situação formativa permitiu ir mais além do que a simples utilização de indicadores colorimétricos já disponíveis em laboratório, uma vez que os alunos investigaram sobre pigmentos de raízes, caules, folhas, flores e frutos que pudessem ser usados com a mesma finalidade, tal como o sugerem alguns autores e investigadores (e.g., Heredia-Avalos, 2006; Fonseca *et al.*, 2019). Assim, os alunos identificaram quais desses pigmentos poderiam ser facilmente extraídos, com os recursos disponíveis no laboratório da escola e, posteriormente, testaram-nos num conjunto de soluções do dia-a-dia, observando as diferentes colorações obtidas e construindo cartões com os códigos de cores correspondentes às diferentes gamas de pH.

A prática que aqui se apresenta tem duas vertentes: por um lado, relata-se uma prática levada a cabo no 3º ciclo do ensino básico, onde se combinam os contextos de educação formal e não formal; por outro, descreve-se uma prática de educação em ciência, com uma proposta didática que facilmente poderá ser replicada por outros professores, explorando as etapas da investigação científica levada a cabo pelos alunos relativamente ao uso de extratos de origem vegetal com potencial como indicadores colorimétricos de ácido-base.

Como neste trabalho se pretende, sobretudo, valorizar o papel ativo dos alunos, a parte da descrição procedimental e dos resultados alcançados foi inteiramente elaborada por eles, resultando na já referida comunicação ao XV Congresso dos Jovens Cientistas e na obtenção de uma Menção Honrosa, como publicado no respetivo livro de Resumos do Congresso (Rocha *et al.*, 2022). Assim, para o trabalho que agora se apresenta, os mesmos alunos foram convocados como coautores, um aspeto que também releva para o carácter inovador da prática, na medida em que é algo pouco habitual no contexto da educação não superior.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Os indicadores ácido-base ou indicadores de pH, são ácidos ou bases orgânicas fracas, que mudam de cor quando em contato com soluções básicas ou ácidas. Tais indicadores podem ser de origem natural ou sintética. Normalmente, em laboratório, recorre-se a indicadores de origem sintética, como é o caso da fenolftaleína ou da tintura azul de tornesol. No entanto, existem alguns indicadores de origem natural que podem ser extraídos de vegetais, frutos ou flores, como é o caso das antocianinas, que são pigmentos que existem na couve roxa, no vinho tinto, na beterraba, na borra do café ou nas amoras. Uma das principais características das antocianinas é a sua

mudança de cor em função do pH do meio, o que justifica o seu uso como indicadores naturais de pH.

Neste trabalho, os alunos extraíram o pigmento de couve-roxa, das pétalas de rosa, do vinho tinto e da borra do café, usando as soluções daí resultantes como indicadores de ácido-base. Foram também testadas por eles outras classes de compostos, como é o caso da curcumina presente no açafrão, para explorar as muitas possibilidades de utilização de pigmentos de origem vegetal como indicadores colorimétricos. A utilização de extratos naturais como indicadores de pH tem como principal vantagem o seu baixo custo e disponibilidade. Além disso, o próprio processo de extração destes pigmentos e a sua aplicação como indicadores de pH permite trabalhar outros aspetos relacionados com as técnicas de extração, separação de misturas ou preparação de soluções.

As propostas de trabalho, no âmbito desta situação formativa implementada (Lopes, , tiveram como ponto de partida um desafio lançado aos alunos que se prendia com a questão: Por que razão, quando se lava uma nódoa de vinho tinto numa toalha branca, esta por vezes não sai, mas muda de cor? Os alunos começaram pela pesquisa de informação em artigos científicos, para identificar possíveis raízes, caules, folhas ou frutos, cujos pigmentos tivessem potencial para serem extraídos e usados como indicadores de ácido-base, o trabalho de extração por diversas técnicas, o armazenamento e uso como indicadores em diferentes soluções e a interpretação das diferentes colorações obtidas para cada caso, quando adicionados aos diferentes meios, foram dinamizadas pelos alunos e culminaram na comunicação dos resultados obtidos em formato poster à comunidade da nossa escola e, para um grupo mais restrito de alunos, em formato de comunicação oral apresentada num congresso especialmente desenvolvido para alunos dos ensinos básico e secundário.

O envolvimento dos alunos nas várias tarefas previstas nesta situação formativa, que privilegiou a metodologia de *inquiry*, permitiram o desenvolvimento de metodologias ativas, nas quais, em alguns momentos, o conhecimento é construído de forma combinada entre o professor e o aluno e noutros, tira partido do trabalho colaborativo entre pares e respetivas interações, promovendo sempre a autonomia e a responsabilidade pelo aprender, mas noutros ocorreu mediada pela tecnologia e recursos digitais. Nesta abordagem, baseada na investigação e na experimentação, os conceitos de ácido-base foram trabalhados, partindo da investigação e questionamento sobre o mundo circundante e recorrendo à experimentação para alcançar resultados mais profundos (Sotáková, Ganajová & Babincakova, 2020). Durante o processo, adotando uma proposta em linha pelo defendido por estes autores, os alunos coletaram e registam informações que eles posteriormente apresentam de maneiras diferentes, reforçando a comunicação entre si, com a professora, com outros alunos e restante comunidade escolar e ainda com especialistas. O facto de terem trabalhado com vários recursos e fontes de informação, como artigos científicos e sites de internet, acrescenta maior relevância ao papel da pesquisa neste tipo de abordagem didática.

As tecnologias digitais também foram integradas no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, possibilitando o desenvolvimento de ambientes híbridos, potenciadores de abordagens pedagógicas dinâmicas e otimizando os tempos de trabalho (Moreira & Horta, 2020). A utilização das tecnologias de forma híbrida agilizou o acesso aos recursos disponibilizados, promoveu o trabalho autónomo, potenciou a colaboração e permitiu uma comunicação mais eficiente dos resultados das investigações levadas a cabo pelos alunos. Também a avaliação formativa

beneficiou da integração das tecnologias na situação formativa dinamizada e desenvolvida pelos alunos na sala de aula, mas também fora dela.

Como já referido, este trabalho foi estendido para tempos e espaços que ultrapassam os muros da sala de aula, em particular os destinados à frequência do Clube Ciência Viva, mas também outros de trabalho autónomo em casa. Os alunos tiraram partido do conhecimento construído em contexto formal para, através de atividades levadas a cabo em contexto não formal, lhe dar um maior sentido e também maior visibilidade.

Tal como defendem vários autores (Cuesta *et al.*, 2000; Longhi & Schroeder, 2012) os clubes de ciência são espaços pedagógicos propícios à promoção de aprendizagens eficazes e que despertam a curiosidade dos jovens. Vários estudos (e.g., Gottfried & Williams, 2013; Sahin, Ayar & Adiguzel, 2014) documentam a existência de uma correlação positiva entre a participação dos alunos em clubes de ciência e os seus desempenhos académicos nesta área. Os clubes permitem a criação de um ambiente onde os jovens estão mais predispostos para aprender e são postos em contacto com atividades de cariz mais lúdico do que aquelas que ocorrem em situações de aprendizagem em contexto formal (Ansbacher, 1999; Blanchard, Hoyle & Gutierrez, 2017).

Ainda que esta abordagem, em si mesma, constitua uma mais-valia, nos Clubes Ciência Viva na Escola pretende-se ir para além da criação de espaços de aprendizagem apenas para dinamizar atividades em contexto não formal, cujas atividades ficam apenas adstritas a um grupo limitado de alunos. Pelo contrário, pretende-se que sejam espaços que tiram partido das dinâmicas e sinergias ali geradas, assim como dos recursos a ele alocados, para promover e sustentar práticas de articulação curricular, com as várias disciplinas do currículo regular dos alunos. Pretende-se e integrar os projetos e atividades dinamizados no âmbito do Clube Ciência Viva no currículo dos alunos. Assim, o Clube Ciência Viva na Escola pretende contribuir para a educação STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), tanto em contexto formal como não formal.

Foi no Clube que os alunos, seguindo um trabalho de imitação dos cientistas no seu local de trabalho, puderam usar como ponto de partida a leitura de artigos científicos para identificar o quadro teórico relativo ao problema em questão, isto é, a existência de pigmentos extraídos de raízes, caules, flores e frutos com potencial para serem usados como indicadores colorimétricos, proceder à sua extração e planear de que modo poderiam depois ser testados em laboratório, por todos os alunos da turma, para tirar conclusões, por um lado sobre o carácter químico de uma série de soluções aquosas de uso comum e, por outro, identificar as diferentes colorações que cada um dos “indicadores” adquire em função dos diferentes valores de pH do meio. Os alunos tiveram de se organizar para sistematizar os resultados das suas observações e para os comunicar a toda a turma. Posteriormente, o grupo que frequenta o Clube Ciência Viva, preparou um poster, uma apresentação oral e um stand para apresentar no Congresso dos Jovens Cientistas. Deste modo, tiveram a experiência de comunicação em ciência e a possibilidade de participação num congresso, tal como os cientistas no contexto da produção científica. Ainda que apenas um grupo limitado pôde viajar para Extremoz para participar no Congresso, todos sentiram que o trabalho era fruto da colaboração do grupo mais alargado. Desta forma, tornam-se mais significativas as práticas epistémicas dos alunos e também mais impactantes as atividades desenvolvidas no Clube Ciência Viva na Escola (Ozis *et al.*, 2018).

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A professora começou por lançar o desafio aos alunos, partindo da questão: Por que razão, quando se lava uma nódoa de vinho tinto numa toalha branca, esta por vezes não sai, mas muda de cor?

Após relacionarem a mudança de cor à influência do sabão e à identificação do carácter básico deste, compreenderam que o vinho mudou de cor porque o meio onde se encontrava mudou o seu pH. Então, depois deste momento de discussão e contextualização, a professora lançou um novo desafio, mais orientado para a investigação que teriam de levar a cabo, solicitando que encontrassem outras substâncias capazes de, tal como o vinho tinto, mudar de cor consoante o pH do meio.

Importa referir que, previamente, havia sido solicitado aos alunos que estudassem a informação disponibilizada na plataforma *Google Classroom* sobre ácidos e bases e sobre indicadores colorimétricos.

Após o lançamento do desafio, os alunos, divididos em grupos de trabalho, investigaram sobre pigmentos com potencial para serem extraídos e utilizados. Os alunos foram incentivados a investigar de forma autónoma no seio do grupo, cada um por si, partilhando as suas potenciais ideias num documento partilhado (i.e., *Google Docs*). Desta forma, aumentou-se o envolvimento produtivo e a cooperação. No final da aula, de 90 minutos, foram discutidas as propostas dos alunos e avaliada a facilidade/dificuldade em encontrar as folhas, frutos ou raízes em questão.

Cada grupo teve de preparar em casa extratos dos pigmentos que seleccionou, maioritariamente por solubilização em água ou álcool. Em cada grupo, os alunos que ficaram responsáveis pelas extrações, trouxeram para a aula seguinte os extratos dos pigmentos seleccionados (em pequenos frascos rotulados) e os demais colegas trouxeram soluções aquosas de uso comum no dia-a-dia, para testar os respetivos indicadores. Este aspeto relativo à divisão de tarefas e responsabilidades é também um aspeto chave no envolvimento dos alunos nas tarefas.

As instruções sobre a forma de extrair os diferentes pigmentos foram identificadas durante as pesquisas dos alunos, mas também foram disponibilizados pela professora, na plataforma *Google Classroom*, artigos científicos (e.g., Martins *et al.*, 2017) onde as mesmas eram descritas de forma sistemática e facilmente replicável pelos alunos em casa. Por exemplo, para a extração do pigmento de couve-roxa e também para as pétalas de rosa foi dada a indicação de deixar ferver as folhas da couve e as pétalas das flores em água durante 15-20 minutos, até as folhas perderem a coloração.

No caso da borra de café, realizou-se a extração em etanol (processo a frio), adicionando cerca de 100 g de borra de café a 50 mL de álcool e deixando-se o conteúdo em repouso pelo menos uma hora antes de ser coado e guardado no frasco. Antes de ser usado na aula, foi filtrado com papel de filtro, uma vez que havia ainda pequenas partículas em suspensão.

Para a extração da curcumina foi dada a instrução de ferver açafrão por alguns minutos. Neste caso utilizou-se açafrão de compra em superfícies comerciais, uma vez que foi o único que os dois alunos responsáveis foram capazes de arranjar. Foi dada a instrução de que deixassem repousar e, como as partículas do açafrão eram de pequena dimensão, procedeu-se como para o café e, antes de ser usado na aula seguinte, foi filtrado com papel de filtro. Um outro aluno ficou

encarregue de fazer a extração alcoólica, deixando uma pequena porção de açafrão em álcool por algumas horas. Depois, procedeu-se de modo idêntico ao do extrato aquoso e filtrou-se a solução.

Durante a aula seguinte, os alunos testaram as suas soluções, com diferentes indicadores, isto é, com diferentes extratos e também o vinho tinto, fazendo os registos no caderno, mas também captando vídeos e fotos, à medida que testavam os diferentes extratos nas soluções aquosas escolhidas, adicionando, 2-3 gotas de cada extrato. Cada grupo testou dois extratos, pelo que houve pigmentos usados por mais do que um grupo de alunos, como foi o caso do extrato da couve roxa e do vinho tinto. Assim, foi possível comparar as colorações obtidas. Mas, no caso do açafrão, das borras de café e das pétalas de rosa não se repetiram e houve apenas os resultados de um grupo para cada extrato. Ainda que os alunos usassem sempre um ensaio em branco, foi mais difícil nestes casos aferir sobre a gama de colorações obtidas para as diferentes soluções aquosas testadas.

Os pigmentos em que se observaram melhores desempenhos em termos colorimétricos, foram o extrato de couve roxa (resultado já amplamente conhecido em manuais escolares, por exemplo), as pétalas de rosa, o açafrão, o vinho tinto e as borras de café. Observou-se que as colorações obtidas com a solução de extrato de couve-roxa variam dos tons rosa ou vermelho (soluções ácidas), para verde ou azul (soluções básicas), passando pelo roxo (soluções neutras), conforme se mostra na figura 1.

Quando se testou o extrato de pétalas de rosa, verificou-se que as colorações variaram de laranja para as soluções ácidas, verde para as bases e rosa para as soluções neutras (manteve a cor da solução do extrato), como se observa na figura 2.



Figura 1 Resultados obtidos com couve-roxa



Figura 2 Resultados obtidos com pétalas de rosa

Quando se adicionou o vinho tinto, verificou-se que apenas mudou de cor na presença das soluções básicas (detergente). Já com as borras de café, o seu extrato adquiriu uma cor castanha mais escura na presença de soluções básicas (ver figuras 3 e 4).



Figura 3 Resultados obtidos com vinho tinto

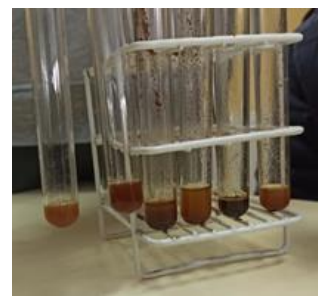


Figura 4 Resultados obtidos com borras de café

Foi possível observar que quando se adicionou a solução de extrato de açafrão, as colorações obtidas variaram de castanho-esverdeado nas soluções ácidas a vermelho nas soluções básicas (figura 5). Apenas obtivemos resultados com a solução aquosa.



Figura 5 Resultados obtidos com açafrão

Os alunos concluíram que os extratos aquosos ou alcoólicos testados adquiriam diferentes tonalidades em função da acidez do meio onde eram adicionados, tendo confirmado as gamas de pH de cada solução aquosa testada recorrendo a papel indicador universal.

Com base nas observações e registos, os alunos organizaram os seus resultados em tabelas e elaboraram um código de cores para cada um dos seus indicadores. A elaboração dos posters, uma vez que seria um elemento a constar da avaliação sumativa dos alunos, foi também realizado durante uma aula de 90 minutos, ainda que tivesse sido solicitado aos alunos que organizassem previamente tudo o que iriam necessitar, uma vez que o tempo poderia ser insuficiente. Foi fornecido, através da plataforma *Google Classroom*, um *template* em *PowerPoint* para elaboração de um poster científico e também fornecidos alguns sites e aplicações gratuitas, como o *Piktochart* (<https://piktochart.com/>) ou o Adobe Express (<https://www.adobe.com/express/create/poster/>), que agilizam a elaboração deste formato de comunicação.

Posteriormente, tal como já referido, dado o interesse do trabalho realizado, os pósteres foram afixados numa zona de passagem de alunos e professores, na parede exterior da sala do Clube Ciência Viva na Escola.

Como o Clube faz parte da rede nacional “Ciência Viva” e tem como principal objetivo proporcionar aos alunos o envolvimento em práticas científicas de referência, face ao repto lançado pelo Centro Ciência Viva de Estremoz, que organiza anualmente o “Congresso Cientistas em Ação”, no qual os alunos são incentivados a partilhar experiências e a expor as suas ideias à observação dos outros, os alunos que o frequentam numa base semanal foram apresentar o seu trabalho junto de outros colegas de outras escolas portuguesas. O grupo de alunos do Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II que foi apresentar o trabalho a Estremoz era mais limitado, apenas 4 alunos, mas representavam todo o grupo, isto é, todos os alunos da turma que havia levado a cabo esta atividade em sala de aula e realizado as etapas de natureza experimental relativas ao teste dos indicadores nas diferentes soluções. Na sala de aula foram recolhidos todos os dados e elaborados os registos das observações. No entanto, por haver tempo extracurricular para dedicar a essa tarefa, foi o grupo de alunos que frequenta o Clube que compilou e organizou toda a informação, aperfeiçoou algumas partes técnicas da investigação, otimizando alguns dos processos de extração de alguns pigmentos ou testando, por exemplo, pétalas de rosas de diferentes cores, para ver se havia alguma alteração dos resultados.

Os alunos participaram depois no XV Congresso Cientistas em Ação, no qual tinham uma parte de comunicação oral para o auditório composto por professores e alunos de diferentes

escolas do país, mas também uma parte de oficina/atelier onde apresentavam o aparato experimental e levavam a cabo, in loco, alguns ensaios experimentais. Da participação de um grupo de alunos no referido congresso, alguns dos quais coautores deste relato, resultou a obtenção de uma Menção Honrosa, tendo a comunicação sido publicado nas Atas do Congresso (Rocha *et al.*, 2022).

4. DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DA PRÁTICA PROFISSIONAL

A avaliação que fazemos desta situação formativa é bastante positiva, na medida em que foi possível colocar os alunos perante um desafio que os conduziu ao desenvolvimento de práticas epistémicas, como a observação e a descrição de situações físicas e de resultados experimentais, a identificação de condições empíricas, a formulação de hipóteses, o manuseamento de equipamento, o questionamento, a comunicação e a validação do conhecimento construído, entre outras. O envolvimento dos alunos em práticas epistémicas, tal como muitos autores afirmam (Krist, 2016; Osborne, 2014) é determinante para que os alunos possam desenvolver uma compreensão mais profunda acerca da natureza do conhecimento científico e dos processos através dos quais ele pode ser construído.

Além disso, o facto de este trabalho ter sido dinamizado em contexto formal, na sala de aula, mas complementado, amplificado e estendido através do trabalho no Clube, conduziu à preparação de uma comunicação oral a um congresso especialmente pensado para levar os alunos a “desenvolver o contacto e a troca de ideias com cientistas, professores e outros alunos, promovendo a colocação dessas ideias à observação de outros” e para “promover o espírito científico dos jovens, através da realização e desenvolvimento de projetos científicos nos quais os ensino experimental se revela uma prioridade” (Dias *et al.*, 2022). O facto de os alunos terem sido agraciados com uma Menção Honrosa no referido Congresso Cientistas em Ação, também atesta sobre a qualidade do trabalho desenvolvido com este grupo de alunos.

Um outro aspeto que destacamos como positivo nesta prática implementada foi a forma como as tecnologias e recursos digitais permitiram implementar metodologias ativas, desenvolver ambientes híbridos de aprendizagem, recorrendo, por exemplo, ao modelo de sala de aula invertida e disponibilizando os materiais e recursos previamente para desenvolver a aprendizagem autónoma. Verificou-se que a “rotação ocorre entre a prática supervisionada pelo professor na escola e a aprendizagem online”, uma vez que os “alunos estudam os conceitos teóricos e têm acesso à informação acerca de um tema, em casa, num ambiente online”, neste caso através de textos e sites para pesquisa (Moreira & Horta, 2020). Houve também a possibilidade de aplicação prática de conhecimento teórico, isto é, tiveram a possibilidade de investigar e aplicar em situações concretas e, simultaneamente consolidar e expandir conhecimento fora da sala de aula. O grupo de alunos que frequenta o clube, em horário extracurricular, teve oportunidade de o fazer nesse espaço, apoiado pelo grupo de colegas e pela professora. Os demais colegas (e os do clube também) puderam aprofundar os conhecimentos novamente em casa, tal como se verificou quando tiveram de preparar os extratos em casa ou organizar o material para agilizar a elaboração dos posters depois na aula novamente.

Nesse caso, a integração da tecnologia na organização das várias tarefas da situação formativa e no acesso dos alunos aos recursos, aos dados ou aos procedimentos experimentais, além de potenciar as práticas epistémicas em curso, uma vez que permite ajudar o professor e os

alunos a organizar os vários elementos do campo questiono-experimental (Lopes, 2004), contribuiu também para o desenvolvimento de competências digitais dos alunos, capacitando-os para o desenvolvimento de trabalho autónomo e para o desenvolvimento de competências ao nível da interação com as ferramentas digitais para trabalho colaborativo e produção de conteúdos (e.g., poster, apresentação para o congresso) com recurso a aplicações gratuitas disponíveis na internet. Este aspeto é muito importante para a capacitação digital dos próprios alunos.

A avaliação das aprendizagens durante a prática implementada, revestiu-se maioritariamente de um carácter formativo, sendo o foco o processo de construção do conhecimento através do desenvolvimento das várias etapas de *inquiry*. Todavia, houve também o momento de avaliar com carácter sumativo as aprendizagens realizadas pelos alunos, sendo feita através da tarefa de apresentação da comunicação em poster. Foram adotados os critérios de avaliação do agrupamento, nomeadamente, os que respeitam à construção do conhecimento, à comunicação e à participação e envolvimento dos alunos. Foi adotada uma rubrica de avaliação (Brookhart, 2013) que orientou a recolha de informação e o juízo de valor face ao desempenho dos alunos, sendo estes bastante satisfatórios.

Esta prática, tal como implementada, permitiu que os alunos aprendessem as bases do conhecimento disciplinar, neste caso na área da química (ácidos e bases) e também um conjunto de habilidades práticas, uma vez que foram colocados perante a necessidade de resolverem problemas do mundo real integrando ativamente o conhecimento (Khan et al., 2011). Esta atividade, permitiu assim o desenvolvimento das aprendizagens essenciais e contribuiu para o desenvolvimento de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins *et al.*, 2017), nomeadamente as associadas à colaboração e à comunicação. Esta avaliação teve por base o facto de os alunos terem trabalhado sempre em grupo, o que os obrigou a negociar e encontrar consensos para fazer face aos problemas com que se depararam ao longo de todo o projeto.

A oportunidade de terem comunicado os seus resultados através de poster e também durante a apresentação no congresso, colocou-os numa situação real de comunicação em publico e a serem assertivos no modo como comunicaram os seus resultados. Foram colocados perante uma situação que é habitual no contexto da produção científica, que se prende com a comunicação e validação de resultados perante os seus pares. Estas são importantes práticas epistémicas e permitem o desenvolvimento de competências de alto nível e, pelo facto de terem tido oportunidade de as realizarem no contexto desta atividade contribuiu positivamente para as suas aprendizagens, tal como advogam alguns autores (Lopes, Branco & Jimenez-Aleixandre, 2011)

Também as atividades e a participação dos alunos em atividades em contexto não formal foram avaliadas através de inquéritos de satisfação, tendo sido maioritariamente consideradas por eles como “Muito relevantes”, tanto no que respeita ao envolvimento global no projeto, como à participação no congresso. Este é um resultado que está em linha com o defendido por outros autores (e.g., Gottfried & Williams, 2013), que destacam o impacto positivo da participação em clubes de ciência na aprendizagem dos alunos.

Este trabalho pretende ser um contributo para a prática profissional dos professores, em particular para os da área das ciências físicas e naturais, na medida em que este tipo de intervenção, onde se combinam atividades realizadas em contexto de educação formal, com atividades levadas a cabo em contexto não formal, pode ser aplicado em outros contextos e níveis de ensino. Os resultados que pretendemos aqui explorar, são, por um lado os resultados

alcançados pelos alunos, mas também pretendemos deixar aqui, a exploração/descrição de uma atividade passível de ser realizada por outros professores, sem grandes constrangimentos, uma vez que recorre a procedimentos e materiais de fácil acesso e baixo custo.

Como oportunidade de trabalho futuro, identificamos a necessidade de encontrar forma de combinar técnicas e procedimentos de avaliação, que permitam recolher informação que nos leve a melhor explorar e compreender em que medida se alcançam diferentes resultados, em termos de aprendizagem e desenvolvimento de competências dos alunos, quando se combinam os contextos de aprendizagem formal e não formal, quando comparados com os alcançados quando se trabalha num único contexto.

REFERÊNCIAS

- Ansbacher, T. (1999). Experience, inquiry, and making meaning. *Exhibitionist*, 18(2), 22-26.
- Blanchard, M. R., Hoyle, K. S., & Gutierrez, K. S. (2017). How to start a STEM club. *Science Scope*, 41(3), 88-94.
- Brookhart, S. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. Alexandria, VA: ASCD.
- Cuesta, M., Díaz, M. P., Echevarría, I., Morentin, M., & Pérez, C. (2000). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique*, 26(January).
- Dias, R. Silva, V., Campos, S. & Pereira, E. (Orgs) *Livro de Resumos do XV Congresso Nacional Cientistas em Ação*. Estremoz: Centro Ciência Viva de Estremoz.
- DGE (2018). *Aprendizagens Essenciais – Ensino Básico: Física e Química 8º ano*. Lisboa: Ministério da Educação – Direção Geral da Educação.
- Fonseca, A., Oliveira, C. P., Colares, R., Alcócer, J. C., & Pinto, O. (2019). Avaliação de Extratos Etanólicos da Borra de Café como Indicadores de pH. *Agrarian Academy*, 6(11), 73-81.
- Gottfried, M. A., & Williams, D. (2013). STEM club participation and STEM schooling outcomes. *Education policy analysis archives*, 21, 79.
- Grady, J. S., Her, M., Moreno, G., Perez, C., & Yelinek, J. (2019). Emotions in storybooks: A comparison of storybooks that represent ethnic and racial groups in the United States. *Psychology of Popular Media Culture*, 8(3), 207–217. <https://doi.org/10.1037/ppm0000185>
- Heredia-Avalos, S. (2006). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(1), 89-103.
- Longhi, A., & Schroeder, E. (2012). Clubes de ciências: o que pensam os professores coordenadores sobre ciência, natureza da ciência e iniciação científica numa rede municipal de ensino. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 11(1).
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física. Fundação Calouste Gulbekian*. Lisboa: Fundação para a Ciência e a Tecnologia/Ministério da Ciência e Ensino Superior.
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Silva, A. A. (2010). *A model for effective teaching in science and technology (METILOST)*. New york: Nova Science Publishers, Inc.
- Lopes, J. B., Branco, J., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (2011). 'Learning Experience' Provided by Science Teaching Practice in a Classroom and the Development of Students' Competences. *Research in Science Education*, 41(5), 787-809. doi:10.1007/s11165-010-9190-5
- Khan, M. S., Hussain, S., Ali, R., Majoka, M. I., & Ramzan, M. (2011). Effect of inquiry method on achievement of students in chemistry at secondary level. *International journal of academic research*, 3(1), 955-959.

- Krist, C. (2016). How a 6th Grade Classroom Develops Epistemologies for Building Scientific Knowledge. In: C.-K. Looi, J. Polman, U. Cress & P. Reimann (Eds.), *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2016)* (Vol. 2, pp. 306-313). Singapore: International Society of the Learning Sciences.
- Martins, G. D. O., Gomes, C. A. S., Brocardo, J., Pedroso, J. V., Camilo, J. L. A., Silva, L. M. U., ... & Rodrigues, S. M. C. V. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Martins, R., Bernardi, F., Kreve, Y., Nicolini, K., & Nicolini, J. (2017). Coleção de propostas utilizando produtos naturais para a introdução ao tema ácido-base no Ensino Médio (Parte I). *Educación química*, 28(4), 246-253. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.03.005>
- Moreira, J. A., & Horta, M. J. (2020). Educação e ambientes híbridos de aprendizagem. Um processo de inovação sustentada. *Revista UFG*, 20. <https://doi.org/10.5216/revufg.v20.66027>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Ozis, F., Pektas, A. O., Akca, M., & DeVoss, D. (2018). How to Shape Attitudes Toward STEM Careers: The Search for the Most Impactful Extracurricular Clubs. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 8(1), Article 3. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1192>.
- Rocha, L., Ribeiro, M., Carvalhal, M., Henriques, R., Pinheiro, R., Costa, S. & Saraiva, E. (2022). Pigmentos Vegetais como indicadores de ácido-base. In Rui M. Soares Dias (Coord.) *Atas do XV Congresso Nacional Cientistas em Ação* (pp. 80-82). Centro Ciência Viva de Estremoz. Pólo de Estremoz da Universidade de Évora. Estremoz.
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
- Saraiva, E. (2017). *Estudo do papel da representação visual no contexto da mediação dos professores de ciências físicas*. Tese de Doutoramento. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Saraiva, E., Marques, P., & Azevedo, M. M. (2022). *Dynamics and Synergies through STEM Clubs: "Ciência Viva@School"*. 4th Scientix Conference, 17-19 November, Brussels, Belgium (Online).
- Saraiva, E., Quintas, M.J., Azevedo, M.M (2020). Dinâmicas e sinergias geradas pelo Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II. In J. B. Lopes, J. P. Cravino, C. A. Santos & E. S. Cruz (Eds.), *Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia - Atas do Encontro internacional "A Voz dos Professores de C&T" VPCT 2020* (pp. 851-856). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. (ISBN: 978-989-704-429-8).
- Saraiva, E., Torres, A., Quintas, M. J. (2019). *Clube Ciência Viva no Pátio da Nossa Escola*. Encontro de Ensino e Divulgação da Química 2019. 15 a 16 de novembro, Escola Secundária Avelar Brotero, Coimbra.
- Sotáková, I., Ganajová, M., & Babincakova, M. (2020). Inquiry-Based Science Education as a Revision Strategy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 499-513. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.499>

IMPRESSÃO LUMEN COMO RECURSO EDUCACIONAL E INTERDISCIPLINAR

LUMEN PRINTING AS AN EDUCATIONAL AND INTERDISCIPLINARY RESOURCE

LA IMPRESIÓN LUMÍNICA COMO RECURSO EDUCATIVO E INTERDISCIPLINAR

Maria Adelaide Pinho Montenegro Andrade¹, Armando Soares¹ & Paula Catarino¹¹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

maandrade@utad.pt

RESUMO | O processo fotográfico designado por “Lumen print” permite obter fotografias sem câmara. Apesar da qualidade das fotografias depender de fatores como o material de impressão, as amostras botânicas usadas (plantas, folhas, flores, etc), a luz, o tempo de exposição à radiação solar e das condições atmosféricas, as imagens são únicas e podem ser usadas como ferramentas de promoção da interdisciplinaridade entre as artes, as ciências físicas e ciências biológicas. Este trabalho enquadra-se num projeto de catalogação de espécies orgânicas do Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) através das imagens obtidas pelo processo de impressão lumen e organizadas num herbário alternativo.

PALAVRAS-CHAVE: Jardim Botânico, Fotografia alternativa, Ciência, Arte.

ABSTRACT | The photographic process called “Lumen print” allows to obtain photographs without a camera. Although the quality of the photographs depends on factors such as the printing material, the botanical samples used (plants, leaves, flowers, etc.), the light, the time of exposure to solar radiation and the atmospheric conditions, the images are unique and can be used as tools to promote interdisciplinarity between art, physical sciences and biological sciences. This work is part of a project to catalog organic species from the Botanical Garden of the University of Trás-os-Montes and Alto Douro (UTAD) through the images obtained by the lumen printing process and organized in an alternative herbarium.

KEYWORDS: Botanical Garden, Alternative photography, Science, Art.

RESUMEN | El proceso fotográfico designado por “Lumen print” permite obtener fotografías sin cámara. Aunque la calidad de las fotografías depende de factores como el material de impresión, las muestras botánicas utilizadas (plantas, hojas, flores, etc.), la luz, el tiempo de exposición a la radiación solar y las condiciones ambientales, las imágenes son únicas y pueden ser utilizados como herramientas para promover la interdisciplinariedad entre el arte, las ciencias físicas y las ciencias biológicas. Este trabajo forma parte de un proyecto de catalogación de especies orgánicas del Jardín Botánico de la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) a través de las imágenes obtenidas por el proceso de impresión lumen y organizadas en un herbario alternativo.

PALABRAS CLAVE: Jardín Botánico, Fotografía alternativa, Ciencia, Arte.

1. INTRODUÇÃO

Com este trabalho pretendemos recuperar um processo fotográfico sem câmara que remonta aos primórdios da fotografia com o objetivo de criar um herbário alternativo representativo das espécies botânicas que podem ser encontradas no Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (<https://www.jb.utad.pt>). O Jardim Botânico da UTAD é um espaço que reúne uma grande diversidade de plantas oriundas de diversas partes do mundo, com um enfoque especial na flora autóctone portuguesa. Além disso, o jardim tem como objetivo a promoção da educação, investigação e conservação da biodiversidade vegetal (Gago et al, 2021; Abreu & Dias, 2019).



Figura 1 Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Enquanto um herbário tradicional é uma coleção de espécimes vegetais, secos e prensados, montados em papel rígido, o herbário apresentado neste trabalho é constituído por imagens de espécimes botânicos obtidas por um processo fotográfico designado “Lumen print” (por vezes traduzido por impressão lumen ou luminograma), termo popularizado pelo fotógrafo e ativista ambiental Jerry Burchfield (1947-2009) que o utilizou para designar as imagens da flora nativa da floresta amazónica por ele obtidas colocando espécimes botânicos diretamente sobre um substrato fotossensível e expondo-os por tempo suficiente à luz solar (Burchfield, 2004).

O processo fotográfico designado por “Lumen print” remonta à década de 1830 quando o cientista inglês William Henry Fox Talbot (1800-1877) obteve as primeiras imagens produzidas sem o auxílio de uma câmara fotográfica, que viria a designar por “desenhos fotogénicos”, colocando objetos sobre uma folha de papel sensibilizada com cloreto de sódio e nitrato de prata e expondo-a à luz direta do sol (Talbot, 2010; Mendonça, 2019). Uma impressão lumen, tal como os “desenhos fotogénicos” de Talbot, é basicamente um fotograma solar, uma imagem fotográfica criada sem uma câmara simplesmente colocando objetos (em geral, materiais orgânicos, como flores, folhas, frutas e vegetais) em contacto direto com um material fotossensível (no caso deste trabalho, papel fotográfico preto e branco) e expondo-os à luz solar (Brough, 2023; Magazine, 2022).

O aspeto mais notável das imagens de amostras orgânicas obtidas com o processo de impressão lumen reside na variedade de cores e tonalidades que essas imagens exibem, mesmo quando o suporte fotossensível utilizado na sua obtenção é o tradicional papel fotográfico preto e branco. Estas cores são o resultado de reações químicas, induzidas pela luz solar, entre os compostos orgânicos presentes na amostra e os sais de prata da emulsão fotográfica.

As imagens criadas pelo processo “Lumen print” não são previsíveis, uma vez que dependem de vários fatores, nem todos controláveis, entre os quais destacamos: marca e tipo de papel fotográfico (papel à base de fibra ou revestido de resina), idade do papel (papel fotográfico

novo ou com a data de validade expirada), grau de humidade do papel, tempo de exposição, intensidade e qualidade da luz e transparência do espécime botânico. Por isso, cada impressão lumen é única e irreproduzível.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

O Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro é um dos maiores da Europa (UTAD) e é uma das principais referências da Universidade. Apesar de constituir um laboratório para os cursos de ciências biológicas, para os cursos de ciências físicas não tem uma importância relevante. Com este estudo pretendemos mostrar que os Jardins Botânicos podem ser espaços abertos promotores da interdisciplinaridade entre diferentes áreas do saber e transversais aos mais diversos públicos.

A prática apresentada neste trabalho pode ser realizada no âmbito das atividades letivas de diferentes anos de escolaridade, permite levar os alunos para fora da sala de aulas e promove a ligação entre o saber teórico e prático. Além disso, os aspetos que tornam a prática interessante e original centram-se no facto dos procedimentos de criação das imagens das amostras botânicas resultarem sempre em imagens únicas, tendo em conta a dependência destas do material de impressão, das amostras botânicas selecionadas (plantas, folhas, flores, etc.), da luz, do tempo de exposição à radiação solar e das condições atmosféricas. Os alunos têm a possibilidade de seleccionar as espécies de acordo com os seus interesses, podem realizar o trabalho individualmente ou em grupo e podem testar diferentes abordagens de criação das imagens de acordo com a criatividade de cada aluno. Esta atividade pode ser realizada no âmbito do ensino de saberes relacionados com as artes, a física, a química, a biologia, o estudo do meio entre outros (Andrade et al., 2022).

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A atividade prática surgiu do interesse manifestado por alunos do Ensino Secundário, que participaram em estágios Ciência Viva nos últimos anos no departamento de Física da UTAD, com interesses transversais às artes, ciências físicas e biológicas. Assim esta atividade surgiu como forma de darmos uma resposta a esses alunos

A atividade iniciou-se com a seleção e recolha de espécies florestais do Jardim Botânico da UTAD para registo fotográfico pelo processo de impressão lumen.

O processo de registo fotográfico é um processo de tentativa e erro devido às inúmeras possibilidades de combinação de vários fatores (tipo e idade do papel, tempo de exposição, intensidade e qualidade da luz e translucidez da amostra) que influenciam os resultados desejados. É a impossibilidade de controlar simultaneamente todos esses fatores que tornam as imagens únicas do ponto de vista artístico e oferece formas novas, alternativas de olhar, descobrir e conhecer o mundo natural. Embora as imagens dos espécimes botânicos obtidas pelo referido processo não forneçam muitos detalhes descritivos são um desafio à nossa criatividade e para o modo como observamos e interpretamos a natureza.

3.1 Material necessário para criar as imagens

- *Papel fotográfico preto e branco.* Podem ser usados papéis fotográficos novos ou fora de prazo de qualquer marca, de qualquer tamanho, idade e tipo (revestido de resina ou à base de fibra). Diferentes tipos de papel criam cores e tons diferentes quando expostos à luz solar, uma vez que cada papel possui uma composição química única na sua emulsão sensível à luz e, conseqüentemente, comporta-se de maneira diferente quando exposto à luz. Normalmente, a emulsão sensível à luz dos papéis fotográficos é composta por um ou uma mistura de haletos de prata: brometo de prata (AgBr) e cloreto de prata (AgCl). A sensibilidade à luz dos haletos de prata começa na região ultravioleta próxima da porção invisível do espectro eletromagnético e estende-se até a luz azul e azul-esverdeada.
- *Moldura de impressão ou uma placa de madeira* para colocar o papel e um vidro para cobrir e nivelar o objeto. A folha de vidro deve ser do mesmo tamanho ou maior que o tamanho do papel (Figura 2). Uma maneira fácil de obter uma placa de vidro é usar os vidros dos porta-retratos.
- *Duas bandejas* para lavagem e fixação das estampas.
- *Fixador de papel fotográfico e pinças.*

3.2 O processo de construção das imagens

A primeira etapa do processo consiste em recolher as amostras botânicas selecionadas para criar as imagens de impressão lumen. Estas amostras são colocadas em cima do lado sensível à luz do papel fotográfico e esta é inserida na moldura de impressão por contacto (Figura 2). Por cima da amostra é colocada uma placa de vidro que irá achatar levemente a amostra orgânica. O procedimento pode ser feito numa sala escura sob luz de segurança vermelha ou ao ar livre com iluminação suave.



Figura 2 Processo de criação de uma impressão lumen e resultado final.

O papel com a amostra orgânica é então exposto à luz solar. O tempo de exposição pode variar de ~30 minutos a mais de 4 horas dependendo da emulsão fotográfica, intensidade e qualidade da luz, bem como, da translucidez da amostra. Nesta etapa devemos estar atentos à translucidez da amostra utilizada: se a amostra for robusta e densa, o resultado pode ser uma silhueta sem detalhes significativos; se a amostra for fina, uma imagem mais detalhada pode ser

criada. À medida que a exposição progride, as áreas do papel ao redor da amostra tornam-se mais escuras.

Após a exposição, a amostra orgânica deve ser cuidadosamente retirada do papel fotográfico. O papel exposto é então lavado em água durante cerca de 30 segundos.

Para fazer a imagem resultante da amostra durar, ela precisa de ser fixada. Para isso é necessário colocar o papel na bandeja com a solução fixadora durante cerca de três minutos, com o lado que foi exposto ao Sol voltado para baixo. A solução fixadora deve ser preparada de acordo com as instruções que acompanham o fixador. Neste trabalho utilizamos o Ilford Rapid Fixer misturado nas proporções de 1:9. O estágio de fixação da imagem tem como função remover da emulsão fotográfica os cristais de haleto de prata não sensibilizados pela exposição ao Sol, evitando assim que o papel permaneça sensível à luz e, portanto, o escurecimento completo da imagem. Como a fixação branqueia a imagem e altera o contraste e as cores, tendo como resultado uma imagem final com contraste bastante baixo e tons bastante subtis, digitalizamos todas as imagens antes da fixação, o que significa que terminamos com duas versões diferentes de cada imagem.

Após a fixação, o papel é lavado novamente por pelo menos 15 a 20 minutos numa bandeja com água corrente. A bandeja de lavagem deve ser esvaziada e enchida várias vezes durante a lavagem.

Após a lavagem final, o papel é colocado a secar. O papel fotográfico à base de fibra costuma enrolar quando está seco, por isso pode ser necessário achatar o papel colocando-o, por exemplo, sob uma pilha de livros pesados por alguns dias.

O resultado final é sempre uma imagem que apresenta as texturas e formas das amostras utilizadas com uma interpretação única da luz do sol. As imagens criadas refletem a beleza e fragilidade do mundo natural. Assim, esta técnica é amiga do ambiente e pode ser usada como uma ferramenta para conscientização ambiental. Além disso, a técnica é acessível, pois não requer equipamentos caros ou complexos.

No geral, o processo Lumen print é uma abordagem fotográfica única que permite explorar a interação entre a luz do sol e a natureza para criar imagens únicas e surpreendentes. Além disso, é uma técnica acessível que pode ser realizada em qualquer lugar em que haja luz solar direta, tornando-o um processo portátil e adequado de experimentação fotográfica em locais remotos ou ao ar livre. Outra vantagem é a facilidade de uso e a flexibilidade na escolha das amostras para fotografar, permitindo experimentar com uma grande variedade de materiais e texturas.

3.3 Resultados obtidos

As Figuras 3-6 mostram algumas das imagens obtidas pelo processo de impressão lumen de espécimes botânicos recolhidos no Jardim Botânico da UTAD. Todas as imagens foram digitalizadas antes de serem fixadas, de modo que as cores que exibem são as originais. Nenhuma imagem foi manipulada digitalmente por qualquer software de processamento de imagem, pois acreditamos que esse tipo de manipulação perverte a verdadeira essência e natureza do processo.



Figura 3 Fotografia (Jardim Botânico UTAD, Flora Digital de Portugal) e luminogramas da espécie *Pyracantha coccinea*.



Figura 4 Fotografia (Jardim Botânico UTAD, Flora Digital de Portugal) e luminogramas da espécie *Ilex aquifolium*.

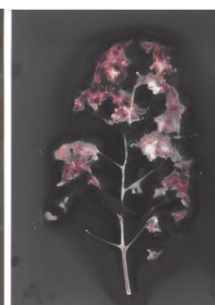


Figura 5 Fotografia (Jardim Botânico UTAD, Flora Digital de Portugal) e luminogramas da espécie *Aesculus hippocastanum*.



Figura 6 Fotografia (Jardim Botânico UTAD, Flora Digital de Portugal) e luminograma da espécie *Liquidambar styraciflua*.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

O projeto de criação de um herbário alternativo representativo das espécies botânicas existentes no Jardim Botânico da UTAD, constituído por imagens obtidas pela técnica fotográfica “Lumen print”, tem três objetivos principais:

- Promover a interdisciplinaridade entre diferentes domínios do conhecimento, nas áreas das ciências e das artes.
- Explorar, conhecer e divulgar o património natural inestimável que Jardim Botânico da UTAD.
- Representar e utilizar as características únicas deste espaço para promover o reconhecimento do meio ambiente como um património coletivo de valor universal excecional, que compete a cada um de nós defender e preservar.

A atividade teve um impacto positivo nos alunos participantes, pois permitiu aos estudantes envolverem-se em atividades práticas que os aproximou da ciência e tecnologia de uma maneira divertida e interativa. As atividades desenvolvidas permitiram estimular a curiosidade e a criatividade dos alunos, além de incentivá-los a explorarem as suas competências nesta área. Por outro lado, a interdisciplinaridade inerente às atividades, ajudou os alunos desenvolverem uma abordagem holística e integrada da aprendizagem, o que está em linha com um dos principais objetivos do programa Ciência Viva (Sá & Jordão, 2018; Silva & Lima, 2019; Santos & Oliveira, 2020).

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A utilização de processos fotográficos antigos, como o processo de impressão lumen, permitem que os alunos descubram a beleza e a magia dos métodos tradicionais de criação de imagens e compreendam os princípios científicos básicos da fotografia.

Do ponto de vista educacional, o processo fotográfico alternativo apresentado neste trabalho também pode ser usado como uma ferramenta capaz de promover e construir ambientes de aprendizagem interdisciplinares onde professores de diferentes disciplinas (física, química, botânica, fotografia e arte) possam colaborar, compartilhando conhecimentos e práticas educativas inspiradoras capazes de criarem ambientes propícios para os alunos desenvolverem competências de pensamento crítico analisando problemas de múltiplas perspectivas.

REFERÊNCIAS

- Abreu, P. M., & Dias, A. C. P. (2019). Changes in the flora of the Jardim Botânico da UTAD (northern Portugal) over a decade. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 257, 151416. doi: 10.1016/j.flora.2019.151416
- Andrade, A., Catarino, P., & Soares, A. (2022). Herbarium as educational and interdisciplinary resources: UTAD Botanical Garden. In *Proceedings of the 14th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 22)* (pp. 1234-1241). Valencia, Spain: IATED. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.1650>.
- Brough, D. (2023, February 20). *How to Make Lumen Prints*. Retrieved from <https://www.examplewebsite.com/how-to-make-lumen-prints/>
- Burchfield, J. (2004). *Primal Images: 100 Lumen Prints of Amazonia Flora*. Center for American Places.
- Gago, C. M. L., Abreu, P. M., & Dias, A. C. P. (2021). The role of botanical gardens in preserving plant diversity: The case of Jardim Botânico da UTAD (northern Portugal). *Journal of Nature Conservation*, 60, 125997. doi: 10.1016/j.jnc.2021.125997
- Magazine, P. (2022, July 8). *Lovely Lumens*. Photoed. <https://www.photoed.ca/post/lovely-lumens>.
- Mendonça, L. (2019). *História da Fotografia: Ao Encontro das Imagens*. Edições Colibri.
- Sá, C., & Jordão, H. (2018). Interdisciplinary practices of the program Ciência Viva with teachers and students of basic education in Portugal. *Journal of Physics: Conference Series*, 1058, 032025. doi: 10.1088/1742-6596/1058/3/032025
- Santos, M. C., & Oliveira, E. (2020). Scientific culture and interdisciplinarity: Science education from Ciência Viva. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 16(3), e22020176. doi: 10.29333/ijese/8208
- Silva, C. M. D., & Lima, M. C. P. (2019). Ciência Viva and the promotion of interdisciplinary scientific literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 28(1), 31-43. doi: 10.1007/s10956-018-9757-6
- Talbot, W. H. F. (2010). *The Pencil of Nature*. Project Gutenberg. <https://ia800302.us.archive.org/25/items/thepencilofnatur33447gut/33447-pdf.pdf>.

**CONTROVÉRSIA SIMULADA CTS SOBRE ENERGIA NUCLEAR APLICANDO A
CODOCÊNCIA E UTILIZANDO A TEORIA DA ATIVIDADE COMO REFERENCIAL**

**STS SIMULATED CONTROVERSY ABOUT NUCLEAR ENERGY APPLYING CO-TEACHING AND USING
THE ACTIVITY THEORY AS A THEORETICAL FRAMEWORK**

**CONTROVERSIA SIMULADA DE CTS SOBRE ENERGÍA NUCLEAR APLICANDO LA CODOCENCIA Y
USANDO DE LA TEORÍA DE LA ACTIVIDAD COMO REFERENCIAL**

Carlos José Afonso Neto¹, Glauco da Silva¹ & Glória Queiroz²

¹CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica, Brasil

²UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica,
Brasil
caze58@gmail.com

RESUMO | Este artigo relata uma prática em Educação em Ciências que utilizou a codocência numa controvérsia simulada sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) aplicada a uma turma de Licenciatura em Física. O enfoque educacional CTS foi contemplado para discutir sobre a Ciência, evidenciando que esta é uma construção humana, estando sujeita a crenças, valores e interesses. Desta forma queremos enfatizar a potencialidade das controvérsias CTS no ensino de Ciências, que se mostraram importantes para proporcionar a reflexão acerca da produção do conhecimento científico. Recorremos à Teoria da Atividade como referencial teórico para entendimento de algumas ações implementadas.

PALAVRAS-CHAVE: Educação científica, Física, Ciência, Tecnologia e Sociedade.

ABSTRACT | This paper reports a practice in science education that used co-teaching in a simulated controversy about Science, Technology and Society (STS) applied to a Physics Teaching Program. The STS educational focus was contemplated to discuss Science, showing that this is a human construction, subjected to beliefs, values and interests. In this way, we want to emphasize the potential of STS controversies in science teaching, as well as which demonstrated to be important to provide reflection about the production of scientific knowledge. We used the Activity Theory as a reference for understanding some implemented actions.

KEYWORDS: Science education, Physics, Science, Technology and Society.

RESUMEN | Este artículo relata una práctica en Educación en Ciencias que utilizó la co-docencia en una controversia simulada sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) aplicada a una clase de Licenciatura en Física. El enfoque educativo CTS fue contemplado para discutir la Ciencia, mostrando que esta es una construcción humana, sujeta a creencias, valores e intereses. De esta forma, queremos enfatizar el potencial de las controversias CTS en la enseñanza de las Ciencias, que se mostró importante para propiciar la reflexión sobre la producción de conocimiento científico. Se recurrió a la Teoría de la Actividad como referencia para comprender algunas acciones implementadas.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Ciencias, Física, Ciencia, Tecnología y Sociedad.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a narração de uma controvérsia simulada Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) desenvolvida em um contexto educacional de um curso de graduação de formação inicial de professores. A atividade foi desenvolvida, durante o ano letivo de 2021 em uma turma regular de graduação em Licenciatura em Física de uma Instituição de Ensino Superior (IES) de uma cidade do interior do Estado do Rio de Janeiro, no Brasil. A atividade teve um caráter interdisciplinar, contemplando História e Física Nuclear.

Objetivou-se com esse trabalho contribuir com formas de inserção da abordagem CTS na formação inicial de professores de Ciências. Para atingir esse objetivo, desenvolvemos uma controvérsia simulada CTS que contemplou um debate sobre Ciência e Tecnologia entre os licenciandos, a respeito do lançamento dos artefatos nucleares pelos EUA sobre o Japão em 1945. Quisemos também avaliar as potencialidades do uso das controvérsias simuladas CTS no ensino-aprendizado de Ciências, bem como analisar o trabalho coparticipativo, com um tipo de Ensino Colaborativo (EC), a codocência. Para Abelha *et al.* (2008) entende-se codocência como a “leccionação de aulas em par pedagógico” (p. 1). Recorremos à Teoria da Atividade (TA) como referencial para a compreensão de algumas ações implementadas. A TA tem seu desenvolvimento atribuído a psicólogos russos. Duarte (2002) afirma que a TA surgiu no campo da psicologia, com os trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Luria.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Controvérsias CTS

Os desastres ambientais e eventos bélicos junto à crescente desigualdade social colocaram em dúvida a perspectiva inexorável e infalível da Tecnologia, da Ciência e a visão de que o progresso científico servia apenas para a melhoria de vida das pessoas (Gomes & Zanon, 2019). Neste cenário, surgiram críticas e debates sobre a melhor forma de superar a ingenuidade e despertar o senso crítico nos cidadãos para que participem das decisões no que concerne à Tecnologia e à Ciência, o que levou à criação do movimento e do campo de estudo CTS.

No Ensino de Ciências tem sido propício a utilização da concepção CTS em questões sociais e essa perspectiva tem trazido resultados promissores (Pires *et al.*, 2022). De acordo com Marsya *et al.* (2020), para muitos educadores a compreensão da natureza da Ciência e da Tecnologia, ajudará aos professores a serem mais eficazes em seu trabalho. Segundo Adarlo *et al.* (2022), para muitos educadores de Ciências o descontentamento dos alunos com a área pode contribuir para um mau desempenho em Ciências, enquanto tomar parte de uma aula interessante e envolvente pode motivar o aprendizado. “A compreensão da Ciência e Tecnologia decorrente dos estudos CTS questiona o estilo determinista, neutro e apenas benfeitor da Tecnologia para a Sociedade evidenciando que ocorrem, também, conflitos sociais negativos no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia” (Soares *et al.*, 2019, p. 1061). Concordamos com Hunsche e Nicoletti (2022) que compreendem o enfoque CTS como sendo fundamental para que as pessoas sejam capazes de entender questões centrais que contemplam toda a coletividade e possam agir pelo bem comum. Estes mesmos autores entendem que neste sentido a escola e, em particular a formação inicial de professores exercem papel imprescindível para que os futuros professores tenham, já durante

a formação inicial, discussões e vivências teórico-práticas que contemplem a abordagem CTS (Hunsche & Nicoletti, 2022). De acordo com Santos *et al.* (2019):

(...) uma das dificuldades de implementação da abordagem CTS está relacionada à pouca aceitação e envolvimento dos professores, uma vez que sua formação inicial não contempla, de um modo geral, os vários aspectos desta abordagem para o Ensino das Ciências (p. 402).

Buscando inserir os licenciandos numa abordagem CTS, recorreremos a uma técnica da controvérsia simulada CTS como uma estratégia didática. A controvérsia controlada é um exercício de construção de consenso a partir do debate planejado baseado em posições conflitantes (Chrispino & Santos, 2011). Para o seu desenvolvimento, deve-se eleger um problema importante relacionado aos papéis dos estudantes na sociedade e, sobre tal base, selecionar e estruturar o conhecimento científico-tecnológico necessário para que o estudante possa entender um equipamento, tomar uma decisão ou entender um problema social relacionado com a Ciência ou a Tecnologia (López Cerezo, 2002).

Para García-Carmona (2022), qualquer plano de alfabetização científica cidadã deve incluir entre seus principais objetivos a obtenção de uma compreensão básica do que é ciência, como ela funciona e seus limites. Segundo Al Sultan *et al.* (2021), para que um indivíduo tome decisões embasadas sobre questões pessoais e cientificamente relacionadas, é esperado um entendimento sobre a Natureza da Ciência (NdC), enquanto para Waks (1992), o propósito da educação CTS é promover a alfabetização em Ciência e Tecnologia.

Em uma controvérsia CTS os alunos podem representar diversos *atores sociais*, que são pessoas físicas ou jurídicas, entidades governamentais ou não-governamentais cujas vidas serão afetadas de diferentes formas por uma decisão política (Souza & Chrispino, 2021).

2.2 A codocência

O Ensino Colaborativo (EC) pode ser compreendido como um processo no qual dois ou mais professores interagem de forma mais ou menos estruturada e interdependente (Tractenberg, 2011). Entre as várias formas que o EC pode assumir, destacamos a codocência (do inglês *co-teaching*), termo utilizado por Silva (2013) para se referir, de forma geral, a uma prática docente compartilhada e coparticipativa na sala de aula. Abelha *et al.* (2008) apresentam uma experiência de codocência em que professores de Ciências desenvolveram uma aula sobre chuvas ácidas numa perspectiva CTS.

Corrêa *et al.* (2018) pesquisaram uma estrutura de estágio supervisionado com base em relações horizontais estabelecidas entre os sujeitos da universidade e da escola de educação básica (EB). Enquanto Silva (2021) descreve a codocência entre um coordenador de estágio curricular supervisionado da IES e um professor supervisor da EB. Procuramos aplicar a codocência como a que foi preconizada por Corrêa *et al.* (2018) e por Silva (2021) que descrevem a codocência como uma atividade colaborativa e reflexiva que envolve diversos atores sociais, e que busca a horizontalidade nas relações entre os participantes. Este modelo de codocência, envolve o compartilhamento de tarefas em todas as etapas docentes, desde o co-planejamento, passando pelo co-ensino nas aulas, avaliações em conjunto e as análises pós atividades. Tal processo se dá em ciclos e é pautado pelo diálogo. Como resultado ocorre a cogeração de propostas educacionais – os chamados *diálogos cogerativos (cogen)* (Corrêa *et al.*, 2018). De

acordo com o mesmo autor, diálogos cogerativos são reuniões onde todos os sujeitos participantes olham retrospectivamente para as ações pedagógicas com vistas a transformar a atividade, buscando seu aprimoramento. Neste sentido, a prática educativa apresentada neste trabalho tem relação com esses autores uma vez que foram realizadas atividades similares, tais como reuniões de planejamento e ocorreram diálogos cogerativos no momento das avaliações das ações pedagógicas que foram implementadas.

2.3 A Teoria da Atividade como referencial

A Teoria da Atividade (TA) se deve aos trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Engeström, entre outros, se constituindo como uma teoria que parte da perspectiva sócio-histórico-cultural em que o sujeito e a dimensão social são considerados na elaboração da consciência (funções psicológicas superiores) e do desenvolvimento humano (Santos & Santade, 2012). De acordo com Engeström (2001) são cinco os princípios que fundamentam a Teoria da Atividade: um *sistema de atividade coletivo*; a *voz múltipla* dos sistemas de atividade (*multivocalidades*); a *historicidade dos sistemas*; as *contradições* (que são tensões estruturais acumuladas dentro e entre sistemas de atividade) e as *transformações expansivas* nos sistemas de atividade.

Como dispositivo metodológico, Engeström (2001) propõe que esses cinco princípios podem ser articulados com quatro perguntas básicas, centrais em uma teoria de aprendizagem: (1). Quem são os sujeitos da aprendizagem, como são definidos e localizados? (2). Por que eles aprendem, o que os faz fazer esforço? (3). O que aprendem, quais são os conteúdos e os resultados da aprendizagem? (4). Como eles aprendem, quais são as principais ações ou processos de aprendizagem? O mesmo autor realizou um estudo sobre o que chamou de aprendizagem expansiva num hospital na Finlândia – para resolver problemas a respeito do tratamento de crianças (teria que haver uma espécie de “expansão” da atividade para a criação/aquisição de conhecimentos). Ele criou uma matriz (4 x 5): as *quatro perguntas básicas* articuladas com os *cinco princípios da TA*. Seu objetivo foi estruturar a Teoria da Aprendizagem Expansiva fundamentada nas respostas dessa matriz.

Para podermos criar futuramente uma matriz semelhante à de Engeström (2001) precisamos compreender a mediação da atividade na perspectiva da Teoria da Atividade. Este autor expandiu a representação gráfica da mediação de Vygotsky em um modelo de mediação para um sistema de atividade coletiva, que veremos a seguir.

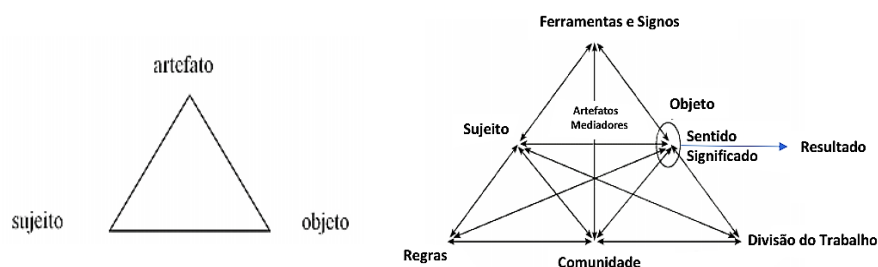


Figura 1 Mediação. Vygotsky e Engeström, nessa ordem. Elaboração de Engeström (2001).

A mediação das atividades na perspectiva da TA transcende uma *díade* da relação *sujeito* (licenciando) – *objeto* (aprendizado), (da *díade*: *Estímulo* (E) – *Resposta* (R)), para uma *triade*: *Sujeitos* (licenciandos e professores codocentes) – *Artefatos mediadores/Ferramentas e signos* – *Objeto* (aprendizado de Ciências da Natureza, suas Tecnologias e a técnica da Controvérsia Simulada CTS) (figura 1). Engeström (2001) apresenta mais alguns elementos como: *regras*, *comunidade* e *divisão do trabalho*.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS: DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

3.1 Procedimentos metodológicos

De acordo com Silva *et al.* (2004), procedimento metodológico (ou metodologia) representa a escolha do método a ser utilizado em uma pesquisa. O método pode ser dedutivo ou indutivo bem como a tipologia pode ser experimental, quantitativa, qualitativa etc.

Para analisar os resultados obtidos recorreremos à metodologia qualitativa. Para Silva e Menezes (2001) a pesquisa qualitativa:

Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. (...) O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (p. 20).

Lüdke e André (2008) sintetizam a pesquisa qualitativa dizendo que: o ambiente natural torna-se fonte direta dos dados e o pesquisador o instrumento principal; os dados têm uma característica descritiva; preocupa-se mais com o processo do que com o produto; a interpretação do pesquisador dos significados que as pessoas dão as coisas e a sua vida são focos especiais de atenção.

A metodologia de pesquisa qualitativa empregada foi útil aos nossos objetivos que visavam também a reflexão. Não estávamos preocupados com resultados mesmo porque o número de licenciandos investigados era mínimo, porém, nosso fito era despertar para o fato de que há uma construção social da Ciência e da Tecnologia. E nesse modo de pensar não há respostas certas, erradas ou melhores do que outras. Encontrando alguns consensos e aproximações, esperamos contribuir para o amadurecimento dos licenciandos a respeito das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

3.2 Contexto e apresentação da proposta de controvérsia

O título escolhido para a controvérsia foi “*Fat Man e Little Boy*. É realmente necessário lançá-las sobre o Japão?”. Os professores explicaram sobre consenso e a diferença entre a controvérsia e júri simulado. O mote inicial foi a apresentação de um jornal estadunidense fictício do dia 12/04/1945, “*The New York Tribune*” (figura 2) que, juntamente com a apresentação de um filme temático sobre a 2ª Guerra Mundial (“O Início do Fim” – “*Fat Man and Little Boy*” – 1989 – EUA/Roland Joffé), deu o contexto necessário para um debate a ser organizado na turma.

O jornal foi confeccionado de modo a contextualizar aquele *espaço-tempo* do ano de 1945, sendo duas as manchetes principais: *a morte de Roosevelt* (por isso a data escolhida pois ele realmente morreu neste dia) e a *não* rendição do Japão. Todos os elementos para o debate foram mencionados. De acordo com Chrispino (2017), entre os materiais didáticos requeridos a

uma controvérsia controlada CTS figura um jornal real ou fictício de onde se parte para o desenvolvimento do trabalho. A notícia em qualquer caso deve ser verossímil.



Figura 2 Jornal fictício para a controvérsia. Elaboração dos autores.

Foram criados grupos de alunos, chamados de *atores sociais*, baseado em Souza e Chispino (2021) (ver Tabela 1). A turma, então, foi dividida em seis grupos de atores sociais que teriam papéis previamente traçados no debate: contra ou a favor do lançamento das bombas. Todos os atores sociais foram orientados pelos professores para procurarem seguir determinadas regras durante o debate. O objetivo foi visar o saber ouvir as argumentações dos interlocutores buscando contra-argumentos, mas sempre de maneira educada e organizada, respeitando-se os colegas e o tempo destinado a cada fala.

Tabela 1- Atores sociais. Elaboração dos autores.

Grupo	Quantidade de alunos	Objetivo
Ator social 1 (Governo)	2 alunos	A favor do lançamento
Ator social 2 (Direitos humanos)	2 alunos	Contra o lançamento
Ator social 3 (Governo)	1 aluno	Contra
Ator social 4 (Indústria bélica)	1 aluno	A favor
Ator social 5 (Exército dos EUA)	1 aluno	A favor
Ator social 6 (Grupo mediador)	1 aluno	Neutro

Os atores sociais encenaram um debate, representando segmentos da sociedade estadunidense no contexto da 2ª Guerra Mundial, porém, como indica a data do jornal fictício, antes do lançamento das bombas atômicas. Ao se apresentar o jornal explicou-se que haveria cinco aulas sobre o estudo do tema numa abordagem CTS. Uma investigação e consultas deveriam ser realizadas pelos alunos para criar e formar argumentos para um debate final, na

última aula, para se buscar, se possível, um consenso sobre a pertinência do lançamento das bombas sobre o Japão ao final da Segunda Grande Guerra. O objetivo era levar os licenciandos à análise e à reflexão de um dos momentos da história mundial considerado icônico e trágico, até mesmo pelo movimento CTS, discutindo a ingenuidade sobre o fato de que no avanço da Ciência e Tecnologia necessariamente sempre advém o bem-estar.

3.3 Descrição das aulas

A controvérsia foi desenvolvida junto aos licenciandos de uma disciplina chamada “Introdução à Física Nuclear” que faz parte da matriz curricular do 7º período da Licenciatura em Física da IES. A turma era composta por oito licenciandos, na faixa etária de 21 a 35 anos, sendo quatro homens e quatro mulheres. Para a implementação da prática educativa, houve codocência entre dois experientes professores de Física que já haviam trabalhado juntos anteriormente. Os professores apresentaram as aulas e compartilharam todas as tarefas, alternando-se na liderança das falas e das explanações. Os alunos representaram os atores sociais durante o debate sobre o lançamento das bombas atômicas e também participaram das reuniões onde foram estabelecidos os diálogos cogenerativos.

Essa prática educativa foi ao encontro dos objetivos de aprendizagem da disciplina do curso. Na ementa da mesma estão previstos diversos tópicos, entre eles: reações nucleares e aplicações da física nuclear; questões ambientais (possíveis danos e benefícios ao ser humano). Por outro lado, o objetivo da controvérsia era o de contribuir para despertar o senso crítico nos cidadãos no que se refere à Tecnologia e à Ciência para participarem das tomadas de decisão em questões sociais.

A implementação do projeto se deu de forma remota em função da pandemia da Covid - 19 e ocorreu em março e abril de 2021. Na última aula do mês de março – 25/03/21 - o professor da turma apresentou o projeto e um questionário com o pré-teste aos alunos e indicou um *link* do filme sobre o projeto Manhattan. A atividade da controvérsia CTS foi desenvolvida nas cinco aulas subsequentes até o fim do mês de abril. Todos ficaram com a tarefa de assistir ao filme em *sites* de serviços de *streaming* por assinatura da preferência de cada indivíduo. Foram indicados pelos professores artigos e outros vídeos para pesquisa (ver anexo). Criamos uma tabela (Tabela 2) com a cronologia e a descrição das aulas dadas.

Tabela 2- Descrição das aulas. Elaboração dos autores.

AULA - DATA	ATIVIDADES – DURAÇÃO - INTERVENIENTES
1 – 01/04/21	Apresentação: o que é CTS; C&T como produções humanas. A Técnica da Controvérsia Controlada CTS. Atores Sociais: o que são Atores Sociais? Apresentação do cronograma. Apresentação do jornal fictício “The New York Tribune”. Link dos artigos e dos vídeos indicados para pesquisa. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente. Reunião (<i>cogen</i>): professores e os alunos da turma.
2 – 08/04/21	Discussão sobre a Educação e o Ensino CTS. Natureza da Ciência (NdC); Natureza da Tecnologia (NdT); Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T). Acompanhamento da pesquisa dos alunos. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente.

3 – 15/04/21	A nossa Controvérsia Controlada CTS. Relendo e discutindo as notícias do jornal “The New York Tribune”. Os seis Atores Sociais. Quem é ator social contra? E a favor? E quem pode mudar? Regras para o debate. Acompanhamento da pesquisa dos alunos. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente. Reunião (<i>cogen</i>): professores e os alunos da turma.
4 – 22/04/21	Os Atores Sociais. Os Mediadores e as Regras para o Debate. Acompanhamento da pesquisa dos alunos. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente.
5 – 29/04/21	Debate. Consenso sobre o lançamento das bombas. Recolhimento e apresentação do pós-teste. Encerramento das atividades. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: alunos da turma; Reunião (<i>cogen</i>) de avaliação final: professores e os alunos da turma.

Para assistir ao debate, foram convidados outros quatro professores e cerca de vinte alunos, todos da mesma IES. O debate foi dividido em quatro sessões de 10 min., sendo que na primeira rodada foram apresentados os argumentos a favor do lançamento das bombas; em seguida foram apresentados os argumentos contra com direito a réplicas de 5 min. Foi ressaltado que ao final, para o consenso, na hora de votar, cada licenciando (a) poderia ter opinião própria, independente do ator social que interpretou. A culminância se deu em 29/04/21 com o debate final. Conseguiu-se estabelecer um *consenso* e constatou-se que a turma de forma geral se posicionou *contra o lançamento* das bombas sobre o Japão.

O processo dessa prática educativa começou com uma primeira reunião de co-planejamento na qual foram discutidos o tema, os objetivos, a forma do co-ensino e a co-avaliação, tarefas que ficaram a cargo dos professores. Num segundo momento, em um diálogo cogerativo, foi sugerido pelos alunos uma autoavaliação da atividade. Durante as aulas houve revezamento na liderança da apresentação da controvérsia. Por fim realizou-se uma reunião geral de avaliação da prática educativa. Nesta reunião final procurou-se perceber como os discentes avaliaram a codocência e a técnica da controvérsia simulada CTS e também a receptividade por parte dos alunos.

3.4 Questionário sobre a atividade.

Todos os licenciandos participantes da controvérsia simulada foram convidados a responder a um mesmo questionário antes e depois da implementação da atividade. O questionário foi aplicado digitalmente por meio da plataforma *Microsoft Teams*. A aplicação ocorreu de modo assíncrono e individualmente. Todos os alunos responderam ao questionário. O questionário apresentava sete questões e o discente teve que responder no início da atividade, antes do início da controvérsia e, depois de concluído o debate, no final. As perguntas foram: (1) A energia atômica, em todas as suas aplicações, é algo benéfico ou maléfico ao ser humano? (2) Houve impactos (físicos e sociais) sofridos pela sociedade devido às bombas atômicas? (3) Foi positivo o fato de os cientistas terem desenvolvido a energia atômica? E a bomba atômica? (4) Alguns cientistas foram contra e outros a favor da bomba. Você entende isso como incoerência? (5) Se a Alemanha tivesse construído a bomba antes dos EUA? Eles não a lançariam? É possível admitir que a bomba atômica seria inevitável? (6) Ao desenvolver a Física, na relatividade especial, Albert Einstein possibilitou a criação da bomba atômica e ele a princípio, foi favorável à sua construção. Depois se arrependeu. Você considera correto do ponto de vista científico o

posicionamento dele? E do ponto de vista humano? (7) Você considera que é realmente necessário o lançamento das bombas atômicas no Japão? (Adaptado de Espírito Santo, 2011).

Para facilitar o planejamento das ações e o posicionamento dos alunos durante o debate, foram elaborados outros papéis que chamamos de *protocolos de intenções*. Em tais protocolos os discentes deveriam anotar/registrar as esquipas de atores sociais com seus nomes, os principais motivos da defesa dos seus argumentos e pontos de vista etc. Esses protocolos foram baseados em Espírito Santo (2011).

4. DISCUSSÕES SOBRE A CONTROVÉRSIA

4.1 Avaliação da implementação da prática e principais resultados

Como citado, para dinamizar a participação dos licenciandos, foram apresentados questionários pré e pós controvérsia nos quais alguns estudantes apontaram mudanças de concepções. A resposta ao questionário, a participação no debate e nos diálogos cogerativos (*cogens*), contribuiu para a reflexão e para indicar a possibilidade na mudança de alguns dos conceitos dos licenciandos sobre as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

Para ilustrar algumas das ponderações desenvolvidas junto aos licenciandos, apresentamos exemplos de respostas ao questionário. Ver tabela 3 a seguir.

Tabela 3- Respostas ao questionário. Elaboração dos autores.

PERGUNTAS	RESUMO DAS RESPOSTAS (ANTES)	RESUMO DAS RESPOSTAS (DEPOIS)
A energia atômica em todas as suas aplicações é algo benéfico ou maléfico ao ser humano?	Aluno A1: benéfico.	Aluno A1: maléfico. Não em todas as aplicações.
	Aluno A2: benéfico.	Aluno A2: depende. Não é bom nos artefatos nucleares.
	Aluno B1: benéfico.	Aluno B1: maléfico.
	Aluno B2: Depende. Pode ser bom ou ruim.	Aluno B2: depende sempre do uso.
	Aluno C1: benéfico.	Aluno C1: maléfico.
	Aluno C2: benéfico.	Aluno C2: benéfico.
	Aluno D1: benéfico.	Aluno D1: maléfico.
	Aluno D2: depende. Em armas não é benéfico, mas sim em medicina.	Aluno D2: depende do uso.
Alguns cientistas foram contra e outros a favor da bomba. Você entende isso como incoerência? (A ciência deve ser neutra? E a tecnologia?)	Aluno A1: Não é incoerência. Cada um tem a sua visão.	Aluno A1: Eles são pessoas e cada um tem o seu ponto de vista. Ciência não é neutra.
	Aluno A2: Não.	Aluno A2: A Ciência deve ser neutra.
	Aluno B1: Não.	Aluno B1: Ciência neutra é inalcançável.
	Aluno B2: Não.	Aluno B2: Sim. Incoerência e a Ciência deve ser neutra.
	Aluno C1: Não.	Aluno C1: Não há Ciência neutra.
	Aluno C2: Não.	Aluno C2: Não existe neutralidade da Ciência e Tecnologia.
	Aluno D1: Não.	Aluno D1: Não. A Ciência nunca é neutra.
	Aluno D2: Não.	Aluno D2: A Ciência não deve ser neutra.

Os resultados obtidos citados aqui são apenas indicativos das possibilidades de mudanças na forma de pensar dos estudantes da Licenciatura. Como relatado a nossa pesquisa era de natureza qualitativa e alguns dos resultados indicam que houve discussão, análise e reflexão sobre as questões CTS trazidas para o debate.

4.2 Considerações a partir da Teoria da Atividade

Como vimos na TA, segundo Vygotsky, a mediação das atividades ultrapassa uma díade (estímulo – resposta) que seria a relação direta sujeito – objeto. Na aprendizagem seria licenciando (sujeito) – aprendizado (objeto). O que ocorre é uma tríade porque existe uma mediação: sujeito – instrumento (artefatos mediadores) – objeto. Em nosso caso a mediação se deu com as aulas de introdução à Física Nuclear onde foi implementada a simulação da controvérsia CTS.

As respostas dos licenciandos indicam que foi criado um ambiente de reflexão devido às aulas e à atividade implementada, o que sugere ter surgido algum sentido e ter sido dado significado às ações ocorridas. A disciplina, se tivesse sido cursada de modo convencional, poderia ter levado ao entendimento das reações nucleares como as que ocorrem nas bombas atômicas (de fissão nuclear), porém, ter refletido sobre as consequências do uso de uma Tecnologia (no caso a bomba atômica) trouxe uma nova perspectiva aos licenciandos.

A *divisão do trabalho* neste caso, apresentou algo bem importante: o licenciando como protagonista tanto na pesquisa, quanto na encenação dos diversos atores sociais da controvérsia CTS e, por outro lado, os dois professores que apresentaram e implementaram a controvérsia trabalhando como codocentes. O licenciando assumiu, ao menos em parte, a liderança de seu próprio aprendizado. Se não o tempo todo, pelo menos durante as apresentações dos argumentos na *encenação (durante o debate)*, o licenciando se tornou (e se percebeu) parte do processo de ensino-aprendizagem. A *comunidade* no caso foi composta pelos licenciandos e licenciandas da sala de aula, os professores codocentes e as *regras* foram criadas de maneira dialógica com os discentes pelos professores da turma. Apresentamos na figura 3, a mediação de nossa controvérsia CTS na qual desenvolvemos a codocência. Os *sujeitos* dessa atividade foram os dois professores de Física juntos com os licenciandos e o *objeto* era o aprendizado de Ciências da Natureza e da técnica didática da Controvérsia Simulada CTS. Os graduandos ficaram mais conscientes: o *resultado* indicou que o licenciando se tornou mais consciente dos objetivos do enfoque CTS; da técnica didática da controvérsia simulada CTS e da pertinência de se desenvolver esta atividade com os seus futuros alunos (o resultado ficou claro pelas falas e posicionamento dos discentes nos diálogos cogerativos realizados).

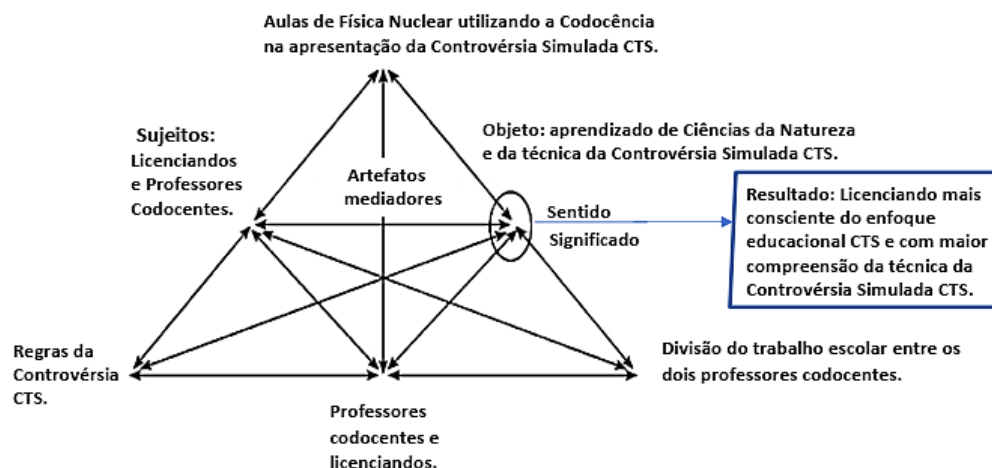


Figura 3 Mediação - controvérsia simulada CTS. Elaboração dos autores.

Ao participar da controvérsia simulada CTS o licenciando também tomou parte em uma atividade que pode ser compreendida como a aquisição ou apropriação de conhecimento. Porém, não se trata de uma tarefa individual nem direta, do tipo: licenciando $\Rightarrow$ conhecimento (o modelo da díade: estímulo (E) $\Rightarrow$ resposta (R); uma ligação direta, sem mediação). No caso, ocorreu uma atividade *mediada* pela *aula de Introdução à Física Nuclear com a codocência praticada* pelos professores apresentadores e utilizando-se da *controvérsia CTS*. Por outro lado, o graduando tem certo roteiro, i. e., tem que seguir determinadas *regras*. Regras da escola e da própria controvérsia CTS (com seus atores sociais). Da *comunidade* que praticou a atividade fizeram parte os alunos e professores da turma. A *divisão do trabalho* ocorreu entre os professores que se alternaram e que co-planejaram, co-apresentaram e co-avaliaram a atividade; e os próprios alunos quando tomaram parte na simulação da controvérsia CTS no papel dos atores sociais. Todas essas ações acabaram ganhando *sentido e significado*, o que contribuiu para um *resultado*: o licenciando ou licencianda ficou mais consciente da alfabetização científica e tecnológica e com uma visão [do futuro] de como abordar o estudo CTS quando exercer o magistério. Prosseguindo e avançando nesta linha de investigação é possível tecer outras considerações, porém, uma reflexão e análise com maior amplitude e profundidade das questões da TA e da codocência foge aos objetivos do presente trabalho e fazem parte de outro estudo ainda em andamento, cujos resultados serão publicados posteriormente.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Nosso objetivo foi despertar para as questões da tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade e apresentar uma disciplina utilizando a codocência. Desejava-se por um lado que o aluno alcançasse entendimentos sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia, refletisse como isso interfere e pode causar impactos na Sociedade e, por outro lado, despertasse para sua futura atuação como docente, passando a conhecer, na prática, a abordagem da controvérsia simulada CTS como uma possibilidade para sua futura aula.

A prática educacional aqui apresentada parece ter contribuído para mostrar aos licenciandos como desenvolver e apresentar um tema de CTS em aulas de Física (não fizemos uma investigação formal, mas alguns licenciandos nos relataram que não conheciam a técnica da controvérsia CTS e que após terem participado, gostariam de implementá-la em suas salas de aula

no futuro). Essa perspectiva vai ao encontro do pensamento de muitos autores que veem a Ciência e a Tecnologia como elementos culturais e parte da construção humana. O enfoque CTS pode ajudar na formação inicial do professor de Ciências a fim de superar algumas metodologias transmissivas de ensino e avançar para um modelo investigativo, dinâmico, motivador e atraente aos pequenos, se tornando assim um professor mais criativo (Gomes & Zanon, 2019).

Acreditamos que esse trabalho contribuiu para ajudar a quebrar uma “barreira a ser transposta no que se refere à implementação dos/nos currículos e nas atividades em sala aula, uma vez que a educação CTS [geralmente] é tratada no ensino de forma reducionista ou apenas como enxerto dos conteúdos” (Santos *et al.*, 2019, p. 1071). A resposta dada, não só ao questionário, mas num sentido lato, a resposta da turma de licenciandos à atividade como um todo, mostra que houve a transposição dessa barreira para além de um simples “enxerto de conteúdos” e que teve significado para os discentes. O trabalho aqui relatado indicou também que a controvérsia simulada CTS é parte da abordagem CTS, que é algo maior e vai muito além de uma simples técnica didática. É uma compreensão, um amplo entendimento educativo que contribui para ajudar ao estudante, futuro cidadão, a decidir sobre questões importantes que podem afetar a toda a sociedade. Entendemos que o próprio tema CTS é de difícil consenso, mas o objetivo era o de despertar para a possibilidade dos licenciandos, futuros professores de Ciências, desenvolverem atividades com enfoque CTS em sala de aula e mostrar a real possibilidade do uso das controvérsias simuladas CTS. É evidente que a abordagem CTS não é a única via, mas é um dos caminhos que pode contribuir para a sociedade superar a complexidade do mundo contemporâneo, cujo avanço científico e tecnológico é cada vez mais patente.

REFERÊNCIAS

- Abelha, M., Martins, I. & Costa, N. (2008). Colaboração docente na área das Ciências Físicas e Naturais: uma aula em regime de co-docência sobre chuvas ácidas. *Revista Ciência em Tela*, 1 (2), 1- 10.
- Adarlo, G., De Leon, M. & Favis, A. M. (2022). Exploring Students' Attitudes Toward Science and Course Engagement as Predictors of Science Literacy. In N. Callaos, J. Horne, B. Sánchez, M. Savoie (Eds.), *Proceedings of the 16th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics: IMSCI 2022*, pp. 39-44. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/IMSCI2022.01.39>
- Al Sultan, A., Henson Jr., H. & Lickteig, D. (2021). Assessing Preservice Elementary Teachers' Conceptual Understanding of Scientific Literacy. *Teaching and Teacher Education*, 102 (2021) 103327.
- Chrispino, A. & Santos, T. C. dos (2011). Política de ensino para a prevenção da violência: técnicas de ensino que podem contribuir para a diminuição da violência escolar. *Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 19 (70), 57 - 80.
- Chrispino, A. (2017). Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino. Madrid: OEI – Iberciencia e Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía. *Documentos de Trabajo de Iberciencia*, 4, 5 – 175.
- Corrêa, M., Silva, G. S. F. & Martins, I. (2018). Codocência e estágio supervisionado: um processo horizontal de formação de professores de ciências. *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis*, Número Extraordinário, 1091 – 1097.
- Duarte, N. (2002). A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. *Revista Perspectiva*, Florianópolis, 20 (2), 279 - 301.
- Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14 (1), 133 – 156.

- Espírito Santo (2011). Petróleo: Herói ou Vilão? SEDU – Secretaria Estadual. *Curso de formação de docentes da área de ciências da natureza (matemática, ciências, química, física e biologia)*, 9, 1 – 40.
- García-Carmona, A. (2022). Improving Preservice Primary Teachers' Understanding of the Nature of Methods of Science Through Reflective Reading of New Articles. *Science & Education*, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00338-y>
- Gomes, B. C. C. & Zanon, D. A. V. (2019). A educação através da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) para os anos iniciais do ensino fundamental: a terra e o universo em foco. *ACTIO, Curitiba*, 4(3), 146 – 164.
- Hunsche, S. & Nicoletti, E. R. (2022). Perspectiva CTS na formação inicial de professores: reflexões acerca de ações pedagógicas, *Caminhos da Educação Matemática em Revista (online)/IFS*, 12 (1), 288 – 302.
- López Cerezo, J. A. (2002). Ciência, Tecnologia e Sociedade: O estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: Santos, Lucy W. et al. (orgs.) *Ciência, tecnologia e sociedade: O desafio da interação*. Londrina: IAPAR.
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (2008). *Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 11a Reimpressão. (Trabalho original publicado em 1986)
- Marsya, R. F., Mudzakir, A. & Khoerunnisa, F. (2020). Investigating pre-service chemistry teachers' view of the nature of science and technology for organic light-emitting diodes learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521, 042071.
- Pires, E. A. C., Costa, E. P. S. & Moreira, A. L. O. R. (2022). Abordagem CTS no Ensino de Ciências: o que dizem as Publicações Acadêmicas sobre a Formação Inicial Docente para os anos iniciais do Ensino Fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27 (2), 176-196.
- Santos, J. O. C. & Santade, M. S. B. (2012). A teoria da atividade sócio-histórico-cultural: uma proposta para a prática de produção de textos escritos pela argumentação. *Caderno Seminal Digital*, 18 (18), 53 – 63.
- Santos, M., Prudêncio, C. A. V., Silva, M. D., Dias, I. R. & Correia, E. L. P. (2019). A perspectiva CTS na formação inicial de professores de Ciências e Biologia: o que dizem especialistas da área. *Indagatio Didactica*, 11 (2), 401 – 413.
- Silva, E. L. & Menezes, E. M. (2001). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3a ed. ver. atual. Florianópolis: laboratório de Ensino a Distância da UFSC.
- Silva, G. S. F. (2013). *A formação de professores de Física na perspectiva da Teoria da Atividade: análise de uma disciplina de Práticas em Ensino e suas implicações para a codocência*. 327 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, USP, Instituto de Física, São Paulo, SP.
- Silva, M. C. da, Chacon, M. J. M., Pederneiras, M. M. M. & Lopes, J. E. de G. (2004). Procedimentos Metodológicos para a Elaboração de Projetos de Pesquisa Relacionados a Dissertações de Mestrado em Ciências Contábeis. *Revista Contabilidade & Finanças – USP, São Paulo*, 36, 97 – 104.
- Silva, M. C. (2021). *Codocência e Estágio Curricular Supervisionado: uma abordagem discursiva da articulação entre Universidade e Escola na Formação de professores*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, NUTES, Rio de Janeiro, RJ.
- Soares, K. A. O., Lopes, W. P., Campos, F. V. & Araújo, H. C. M. P. (2019). CTS NA EDUCAÇÃO: uma análise da produção acadêmica disponível na plataforma scielo 2014 a 2018, *II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores*, 2, 1060 – 1074.
- Souza, P. S. de & Chrispino, A. (2021). A aplicação da técnica da controvérsia controlada para a construção do pensamento crítico sobre as relações CTSA de alunos do ensino médio. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, 16 (2), 164 – 184.
- Tractenberg, L. F. (2011). *Colaboração docente e ensino colaborativo na educação superior em ciências, matemática e saúde – contexto, fundamentos e revisão sistemática*. Tese de doutorado em Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, NUTES, Rio de Janeiro, RJ.
- Waks, L. (1992) The Responsibility Spiral: A Curriculum Framework for STS Education. *Theory into Practice*, 31 (1), 13 – 19.

Anexo A: artigos e vídeos indicados.

Artigos

- 1) As bombas atômicas podem dizimar a humanidade - Hiroshima e Nagasaki, há 70 anos.
Autor: Okuno Emico.
- 2) Ganhamos a Guerra, não a paz.
Autora: Leilane Serratine Grubba.

Vídeos

- 1) A História das Bombas Atômicas – Canal Consumidores de CO2.
- 2) Hiroshima – O Dia Seguinte – FULL HD Documentários (natgeotv.com).

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.

GEODIVERSIDADE URBANA COMO RECURSO EDUCATIVO COM POTENCIAL PARA ABORDAGENS PROMOTORAS DE SUSTENTABILIDADE GEOLÓGICA

URBAN GEODIVERSITY AS AN EDUCATIONAL RESOURCE WITH POTENTIAL FOR APPROACHES PROMOTING GEOLOGICAL SUSTAINABILITY

LA GEODIVERSIDAD URBANA COMO RECURSO EDUCATIVO CON POTENCIAL PARA ENFOQUES QUE PROMUEVAN LA SOSTENIBILIDAD GEOLÓGICA

Elisa Saraiva¹, Carlos Marques da Silva³, Hélder Pereira⁴, Francisco Lopes⁵ & J. Bernardino Lopes⁶

¹Agrupamento de Escolas D. Maria II, Famalicão, Portugal; Escola Superior de Educação, Politécnico do Porto, Portugal

elisasaraiva@ese.ipp.pt

³Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal

cmsilva@fc.ul.pt

⁴Escola Secundária de Loulé, Portugal

hpereira@es-loule.edu.pt

⁵Agrupamento de Escolas Poeta António Aleixo, Portimão, Portugal

lopesfmv@gmail.com

⁶Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

blopes@utad.pt

RESUMO | Este trabalho resultou de uma mesa-redonda, realizada online, com a participação de professores e investigadores, tendo como ponto de partida o artigo “A geodiversidade urbana como recurso educativo” da autoria de Carlos Marques da Silva e Sofia Pereira, publicado em 2021 na Revista de Ciência Elementar. No artigo, recorre-se aos aspetos de geodiversidade presentes em ambiente urbano contribuindo para a eliminação da visão fragmentada e reducionista da natureza que separa a biodiversidade da geodiversidade. Nesta mesa-redonda estiveram presentes um investigador (primeiro autor do artigo), dois professores de Biologia e Geologia dos ensinos básico e secundário com experiência em abordagens pedagógicas que integram o conceito de geodiversidade urbana e dois editores da APeDuC Revista. A conversa foi orientada com base em três questões: a) Quais as ideias principais apresentadas no artigo, qual o seu contexto, motivação, relevância e potencial impacto desta proposta do conceito de geodiversidade urbana como recurso educativo? b) Tendo em conta o vasto conhecimento desenvolvido pela investigação nesta área e o facto de a geodiversidade ser, ainda assim, um conceito pouco explorado nos currículos escolares, como poderá a comunidade de investigadores apoiar os professores para que possam fazer uso dos aspetos da geodiversidade urbana enquanto recursos educativos? c) Como poderemos perspetivar em conjunto uma agenda para a relação investigação – prática, na área da geodiversidade, em particular dos aspetos associados à geodiversidade urbana, de modo a potenciar uma visão holística e integradora dos aspetos biológicos e geológicos no mundo natural, tendo como horizonte os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável? A mesa-redonda decorreu durante cerca de duas horas e nela se refletiram questões importantes sobre a necessidade de encontrar um equilíbrio e promover abordagens educativas, nas escolas, mas também fora delas, que façam uso do conceito de geodiversidade, enquanto fio condutor, para que ele possa ser tão útil na Geologia, como o de biodiversidade é para a Biologia. Falta-nos pôr em prática novas metáforas, como a da sustentabilidade geológica, que à semelhança da sustentabilidade biológica, nos permitam, (re)pensar as ligações entre geodiversidade e biodiversidade em contexto urbano, para, a partir daí, aprofundar e integrar estas vertentes no Ensino das Ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Geodiversidade urbana; Recurso didático, Aprendizagem fora da sala de aula, Sustentabilidade, Guia de campo.

ABSTRACT | This work resulted from a roundtable held online with the participation of teachers and researchers, taking as a starting point the article "Urban Geodiversity as an Educational Resource" by Carlos Marques da Silva and Sofia Pereira, published in 2021 in the Elementary Science Magazine. In the article, the aspects of geodiversity present in an urban environment are used, contributing to the elimination of the fragmented and reductionist vision of nature that separates biodiversity from geodiversity. In this roundtable, a researcher (first author of the article), two Biology and Geology teachers from primary and secondary education with experience in pedagogical approaches that integrate the concept of urban geodiversity, and two editors of APEDuC Magazine were present. The conversation was guided by three questions: a) What are the main ideas presented in the article, its context, motivation, relevance, and potential impact of this proposal of the concept of urban geodiversity as an educational resource? b) Taking into account the vast knowledge developed by research in this area and the fact that geodiversity is still a little-explored concept in school curricula, how can the research community support teachers to make use of aspects of urban geodiversity as educational resources? c) How can we jointly envisage an agenda for the research-practice relationship in the area of geodiversity, in particular aspects associated with urban geodiversity, to enhance a holistic and integrative vision of biological and geological aspects in the natural world, having as a horizon the Sustainable Development Goals? The roundtable was held for about two hours and reflected important issues about the need to find a balance and promote educational approaches in schools but also outside them that make use of the concept of geodiversity as a guiding thread, so that it can be as useful in Geology as biodiversity is for Biology. We need to put into practice new metaphors, such as geological sustainability, which, like biological sustainability, allow us to (re)think the links between geodiversity and biodiversity in an urban context, to deepen and integrate these aspects in science teaching.

KEYWORDS: Urban geodiversity; Didactical resource; Learning outside classroom; Sustainability; Field guide.

RESUMEN | Este trabajo se derivó de una mesa redonda realizada en línea, en la que participaron profesores e investigadores, tomando como punto de partida el artículo "Geodiversidad urbana como recurso educativo" de Carlos Marques da Silva y Sofia Pereira, publicado en 2021 en la Revista Ciencia Elemental. En el artículo se utilizan los aspectos de la geodiversidad presentes en el entorno urbano, contribuyendo a la eliminación de la visión fragmentada y reduccionista de la naturaleza que separa la biodiversidad de la geodiversidad. En esta mesa redonda estuvieron presentes un investigador (el primer autor del artículo), dos profesores de Biología y Geología de educación primaria y secundaria con experiencia en enfoques pedagógicos que integran el concepto de geodiversidad urbana, y dos editores de la Revista APEDuC. La conversación se basó en tres preguntas: a) ¿Cuáles son las ideas principales presentadas en el artículo, su contexto, motivación, relevancia e impacto potencial de esta propuesta del concepto de geodiversidad urbana como recurso educativo? b) Teniendo en cuenta el vasto conocimiento desarrollado por la investigación en esta área y el hecho de que la geodiversidad sigue siendo un concepto poco explorado en los currículos escolares, ¿cómo puede la comunidad investigadora apoyar a los profesores para que hagan uso de los aspectos de la geodiversidad urbana como recursos educativos? c) ¿Cómo podemos establecer conjuntamente una agenda para la relación entre investigación y práctica en el ámbito de la geodiversidad, en particular en lo que respecta a los aspectos asociados a la geodiversidad urbana, con el fin de fomentar una visión holística e integradora de los aspectos biológicos y geológicos en el mundo natural, teniendo como objetivo los Objetivos de Desarrollo Sostenible? La mesa redonda duró aproximadamente dos horas y se discutieron cuestiones importantes sobre la necesidad de encontrar un equilibrio y promover enfoques educativos, no solo en las escuelas sino también fuera de ellas, que hagan uso del concepto de geodiversidad como hilo conductor, para que pueda ser tan útil en Geología como la biodiversidad lo es para la Biología. Necesitamos poner en práctica nuevas metáforas, como la sostenibilidad geológica, que, al igual que la sostenibilidad biológica, nos permitan repensar los vínculos entre geodiversidad y biodiversidad en un contexto urbano, para profundizar e integrar estos aspectos en la enseñanza de las ciencias.

PALABRAS CLAVE: Geodiversidad urbana; Recurso didáctico, Aprender fuera del aula, Sostenibilidad, Guía de campo.

1. INTRODUÇÃO

A APEDuC Revista é uma publicação que tem como foco principal a educação científica, matemática e tecnológica, em contextos formais e não formais e que valoriza de igual modo a investigação e a prática fundamentada pertinentes para estas áreas, bem como a articulação entre ambas. Esta Secção 3 da revista, é o local onde se efetiva o encontro entre a prática e a investigação em Ciências. Uma forma de o alcançar é através da organização de mesas-redondas, em formato online, onde professores e investigadores são convidados a devolver um olhar crítico sobre uma mesma realidade, num possível encontro e diálogo entre a prática e a investigação em Educação em Ciências. Além deste diálogo e reflexão em conjunto, focado no tema concreto do artigo escolhido como (pre)texto, procuram-se bases e contributos para a construção de uma agenda para a investigação e para a prática em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia, tendo como horizonte os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, definidos pela ambiciosa Agenda 2030 (UN, 2015), que abordam as várias dimensões (social, económica e ambiental) desse mesmo desenvolvimento, assim como a promoção da paz, da justiça e a existência de instituições mais eficazes.

Este modelo para o encontro entre investigadores e professores das áreas da Ciência, Matemática e Tecnologia tem vindo a ser ensaiado desde os V2N1 (Paixão et al., 2021) e V2N2 (Galvão et al., 2021) da APEDuC Revista, seguindo o presente texto, uma abordagem em tudo similar. Tal como no V2N1, partimos de um artigo focado nas práticas de educação em ciência, no caso particular de uma proposta didática de utilização da geodiversidade urbana como recurso educativo, para partir ao encontro do olhar dos investigadores, mas promovendo o diálogo nos dois sentidos. Apesar de o V2N2 ter como (pre)texto um artigo de investigadores portugueses para convocar o olhar dos professores sobre essa mesma realidade, o número atual foi beber ao número V2N1 a inspiração acerca do modo como orientar o debate, como aprimorar a apresentação das ideias daí resultantes e, no fundo, tirar partido do conhecimento que a Equipa Editorial da APEDuC Revista tem vindo a fazer para, efetivamente, valorizar e promover o encontro entre as práticas de Educação em Ciências e a sua investigação.

A relação entre a prática em educação e a investigação em educação tem uma longa história (Wyse et al., 2021). A colaboração sustentada entre ambos os tipos de profissionais, em torno de uma agenda negociada, numa cultura de competência complementar, é algo que se apresenta como muito promissor, tal como é argumentado por Kelchtermans (2021). Nesta mesa-redonda, quisemos ensaiar essas formas de colaboração e, tendo em conta o diálogo e a partilha de práticas e experiências que dela resultou, ficou evidente a proximidade e o esforço por encontrar pontos de encontro, para além dos propostos neste debate. A discussão que se gerou foi muito para além da temática proposta como ponto de partida e permitiu identificar pontes (de ligação) e pontos (de encontro) que possibilitem a ambos contribuir para uma educação em Ciência que seja capaz de contribuir para a sustentabilidade. No caso particular foram elaboradas reflexões, maioritariamente no contexto das Ciências Naturais, mas não só, uma vez que o ponto de partida para este debate foi precisamente um texto pleno de propostas de atividades em articulação curricular, para os ensinos básicos e secundário, que tira partido do conceito de geodiversidade urbana como recurso educativo e elemento integrador da forma como devemos encarar o mundo natural, composto pelas dimensões biótica e abiótica.

A mesa-redonda decorreu online, no dia 31 de março de 2023, e teve como ponto de partida o artigo “A geodiversidade urbana como recurso educativo” da autoria de Carlos Marques

da Silva e Sofia Pereira (2021), publicado na Revista de Ciência Elementar. Neste artigo, corolário da experiência acumulada em trabalhos anteriores (e.g., Silva & Cachão, 1998, Silva, 2016, Silva & Pereira, 2022) os autores destacam o potencial educativo da geodiversidade urbana, integrado em abordagens pedagógicas promotoras de uma ligação harmoniosa e permanente dos aspetos da biodiversidade e da geodiversidade, onde se eliminem barreiras conceptuais artificiais que não ajudam a compreender que a natureza é una e indivisível. Recorrer aos aspetos da geodiversidade presentes no ambiente urbano pode contribuir para a eliminação desta visão fragmentada e reducionista da natureza (Silva & Pereira, 2021), pelo que não o fazer constitui um flagrante desperdício de recursos educativos ao dispor dos professores e alunos, que permitem aprendizagens em contextos que ultrapassam os muros da escola e não necessitam de grandes deslocações da turma até esses locais.

Estiveram presentes nesta mesa-redonda um investigador, também docente do ensino superior, que é o primeiro autor do artigo sobre geodiversidade urbana que serviu de ponto de partida para o debate. Foram também convidados dois docentes de Biologia e Geologia, dos ensinos básico e secundário, com experiência na implementação de atividades que tiram partido da geodiversidade urbana enquanto recurso educativo e que, inclusivamente, possuem experiência na abordagem deste conceito também em outros contextos de educação não formal, tendo desenvolvido um guia de campo (Pereira & Lopes, 2019) onde desafiam o leitor a “conhecer o território com outro olhar” e a descobrir na cidade rochas e fósseis e as muitas histórias que eles permitem contar. Os dois outros participantes deste debate são os editores da APEDuC Revista, que o moderaram, contribuindo igualmente para discussão.

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. Após um momento inicial, com duração aproximada de 20 minutos, onde os participantes se apresentaram e deram a conhecer um pouco do seu percurso pessoal, académico e profissional, foram lançadas as questões que orientaram cada um dos momentos do debate:

- Questão1 - Quais as ideias principais apresentadas no artigo “A geodiversidade urbana como recurso educativo”, qual o seu contexto, motivação, relevância e potencial impacto desta proposta?

Foi feita uma apresentação pelo autor Carlos Marques da Silva, tendo por base a primeira questão, que durou cerca de 10 minutos, onde se explorou o conceito de geodiversidade e foram dados a conhecer exemplos de elementos de geodiversidade urbana presentes na cidade de Lisboa, assim como as marcas culturais resultantes da interação das comunidades humanas com esses mesmos elementos.

- Questão 2 - Tendo em conta o vasto conhecimento desenvolvido pela investigação nesta área e o facto de a geodiversidade ser, ainda assim, um conceito pouco explorado nos currículos escolares, como poderá a comunidade de investigadores apoiar os professores para que possam fazer uso dos aspetos da geodiversidade urbana enquanto recursos educativos?

Após o lançamento da questão, seguiu-se um riquíssimo momento de diálogo, com uma duração aproximada de 45 minutos, que teve vários ciclos de interação, motivados pelas ideias que foram sendo lançadas em cada uma das intervenções dos participantes.

- Questão 3 - Como poderemos perspetivar em conjunto uma agenda para a relação investigação – prática, na área da geodiversidade, em particular dos aspetos associados à geodiversidade urbana, de modo a potenciar uma visão holística e integradora dos aspetos biológicos e geológicos no mundo natural, tendo como horizonte os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável?

Esta questão foi debatida nos cerca de 45 minutos restantes, igualmente com vários ciclos de interação. O debate permitiu lançar para a mesa várias possibilidades para se encontrar uma agenda onde investigadores e professores possam colaborar, no sentido de contribuir para a Agenda 2030, tendo como pano de fundo o tema que nos convocou e que tem a ver com o emprego da geodiversidade urbana como recurso educativo com potencial para alcançar abordagens promotoras de equilíbrio, igualdade e diversidade, conceitos tão importantes na formulação dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável.

Nos três momentos em que se dividiu esta mesa-redonda, das discussões e ideias lançadas pelos participantes, além da possibilidade de ficar a conhecer melhor o conceito de geodiversidade urbana, destacamos como ideias principais emergentes as seguintes:

Contexto, importância e impacto da geodiversidade urbana

- Apresentação do conceito de geodiversidade e em particular de geodiversidade urbana.
- Evolução do estado da arte do conceito de geodiversidade e sua introdução em Portugal.
- Desigualdade observada nos currículos dos ensinos básico e secundário nas abordagens à biodiversidade e à geodiversidade. Esta última, quase não tem expressão quando comparada com a primeira.
- Potencial da geodiversidade urbana enquanto recurso educativo na adoção de abordagens promotoras de uma visão integral e mais equilibrada do mundo natural.
- A ligação entre a geodiversidade e a biodiversidade pode facilmente ser trabalhada com recursos que existem na cidade, para falar da história da Terra. Os fósseis são os elementos mais óbvios desta relação.
- Recurso à geodiversidade urbana como forma de aceder a elementos geológicos na cidade, em locais próximos dos alunos ou mesmo na própria escola, sem a necessidade de deslocações e da complexa logística associada. Todas as escolas possuem elementos de geodiversidade.
- A geodiversidade urbana permite abordagens inter e transdisciplinares.
- A geodiversidade urbana reforça o *sense of place*, o sentido de pertença e a autoestima local.

Geodiversidade urbana: aproximar a investigação e a prática educativa

- Atualizar a formação inicial de professores e reforçar a dimensão científica da formação contínua de professores do ensino básico e secundário, promovida pelas universidades.
- Necessidade de atualizar os currículos de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia dos ensinos básico e secundário.

- Colaboração dos docentes do ensino básico e secundário na atualização dos currículos, pois as práticas de muitos docentes no terreno têm sido bem mais progressistas e proativas que o preconizado nos currículos atualmente em vigor.
- Os docentes do ensino secundário já fazem, ativa e frequentemente, atividades que integram estes aspetos da geodiversidade, mesmo sem a atualização formal dos currículos.
- Promover o contacto dos docentes com os investigadores através de ações de formação dinamizadas pelas universidades, onde estes aspetos da geodiversidade se integrem.
- A publicação, por parte das pessoas ligadas à investigação nestes sistemas, tanto em revistas com cariz mais científico, como nas de cariz mais virado para a educação e para as práticas educativas, de mais trabalhos em que o fio condutor seja este, da união entre os aspetos biológicos e geológicos, da sua integração e focando aspetos particulares dessa integração.
- A produção de materiais de divulgação, para os quais os investigadores oferecem apoio e revisão científica, mas que são elaborados por professores, também é fundamental para promover essa integração.
- Ações de divulgação para o público em geral são fundamentais. Não podemos dirigir-nos apenas à população escolar, pois é necessário que alunos, famílias e restante comunidade desenvolvam e integrem uma visão mais abrangente da geodiversidade.
- A produção de materiais didáticos resultantes de colaborações de colegas mais ligados à investigação com os colegas com mais prática no ensino básico e secundário.
- Produção de materiais didáticos dirigidos especificamente à integração e à utilização destes materiais, que podem ser divulgados nos mais variados formatos e canais.
- Promover, participar, organizar palestras e debates, tanto nas escolas, como em mesas-redondas como esta que aqui nos juntou.
- Adotar uma atitude mais proativa, do lado da investigação, para ir às escolas falar destes temas.
- Partilha de algumas boas práticas, por parte de quem já vai fazendo estas coisas, de forma mais ou menos autónoma nas escolas, para mostrar a outros que é possível.
- Encontrar mais ligações entre a biodiversidade e a geodiversidade em contexto urbano para facilitar a compreensão da geodiversidade e se abraçar a sua relevância.

Perspetivar uma agenda de relação entre investigação e prática, tendo como horizonte o desenvolvimento sustentável (Agenda 2030)

- Trabalhar os domínios de autonomia curricular, que têm a ver com a flexibilidade, em é possível desenvolver algumas atividades ou projetos, envolvendo várias disciplinas. Colocar em evidência o papel da interdisciplinaridade para alcançar a compreensão de que, sendo a sustentabilidade um problema complexo, não pode

ser alcançado pelo conhecimento apenas de uma ciência, seja ela a Biologia, a Geologia ou outra.

- Tornar mais significativas algumas aprendizagens, alguns processos e conceitos, explorando, por exemplo, elementos associados a problemas como a gestão dos recursos hídricos, dos solos, etc.
- Colocar a geodiversidade na agenda pública e delinear ações como as que deram origem ao Dia Internacional da Geodiversidade.
- Realizar mais debates como este, pois é fundamental, na construção desta agenda, mais trocas de impressões entre os diversos intervenientes em todo este processo.

2. CONTEXTO, IMPORTÂNCIA E IMPACTO DA GEODIVERSIDADE URBANA

2.1. O mundo natural é moldado pela geodiversidade

Carlos Marques da Silva: Vamos falar da geodiversidade urbana como recurso educativo, tendo por base o trabalho na revista de ciência elementar que vocês, simpaticamente, elegeram como tema de discussão. Geralmente nestas questões, começo por fundamentar esta abordagem à geodiversidade urbana, salientando que o mundo em que vivemos (em detrimento da expressão “o nosso mundo”, para evitar uma abordagem tão antropocêntrica), já é um mundo fundamentalmente urbano. É um mundo em que, segundo dados das Nações Unidas, desde 2007, mais de 50% da população humana já vive em contexto urbano. No entanto, o mundo em que vivemos tem também uma componente muito importante, primordial, que é a componente natural. E essa natureza, é una e indivisível. Reparem que, como é óbvio, não fomos nós que inventámos esta noção de que a natureza é una e indivisível. No entanto, notamos que, muitas vezes, nas nossas abordagens, nomeadamente, ao nível mais formal, por exemplo, nos *curricula*, este fio condutor não está suficientemente explícito. Daí a tónica nesta ideia. O mundo em que vivemos é composto por uma natureza, única e indivisível, que integra quer elementos bióticos, quer abióticos. E esse mundo natural é moldado pela geodiversidade (aqui estou a salientar a notoriedade e a importância dos aspetos da geodiversidade). O mundo natural é moldado pela geodiversidade, sempre numa perspetiva de interação integral, harmoniosa, constante, entre os aspetos da biodiversidade e da geodiversidade. Ou seja, a natureza é geo-biológica.

2.2 Geodiversidade urbana

Carlos Marques da Silva: Voltando à ideia de que vivemos num mundo urbano. O nosso ambiente mais familiar, que é o mundo citadino, um mundo construído, é clara e fundamentalmente moldado pela geodiversidade. Tomando como exemplo Lisboa (figura 1), que é a cidade que eu conheço melhor, temos as colinas da cidade, o calcário liós utilizado nos monumentos, as pedras da calçada, as telhas das casas, os vidros, os metais dos automóveis e de todos os instrumentos que utilizamos, o próprio combustível dos veículos e, se não desejarmos os combustíveis fósseis, o lítio das baterias... tudo isso são elementos geológicos. O próprio Tejo e o contexto geográfico em que nos encontramos. Incluo tudo isso dentro da geodiversidade, ou seja, na natureza abiótica.



Figura 1 A geodiversidade molda e define a cidade. Lisboa, cidade das sete colinas. Os materiais de construção, o calcário liós dos monumentos, o barro das telhas, a topografia ditada pelo substrato geológico, as colinas, os combustíveis dos veículos e os plásticos derivados do petróleo, o urbanismo da Baixa, resultado do Terramoto de 1755, o metal da estátua e dos candeeiros, a localização junto ao rio, etc. Tudo isto são manifestações ou aspectos relacionados com a geodiversidade em meio urbano (vide Silva & Pereira, 2021). Onde está a biodiversidade nesta paisagem lisboeta?

Gostaria de salientar a assimetria na abordagem dos temas da natureza biótica, face à natureza abiótica, assimetria essa que, depois, se reflete numa assimetria da percepção. Qual é o nosso objetivo com todas estas ações, desde os guias de geodiversidade na cidade, como o que os colegas Helder Pereira e Francisco Lopes elaboraram, a publicação na Revista de Ciência Elementar e até as próprias aulas? É promover um equilíbrio entre a abordagem da natureza biótica e abiótica, promovendo a noção de que a natureza é única, una e indivisível, e resulta da interação entre estes diversos elementos. É necessário tornar visível a geodiversidade e, enfim, inventando aqui um ditado popular, dizer que “não há cidade sem geodiversidade”. Aliás, este é um dos tópicos principais do Dia Internacional da Geodiversidade promovido pela UNESCO, assinalado pela primeira vez no dia 6 de outubro de 2022: dar visibilidade à geodiversidade.

2.3 Evolução do conceito de geodiversidade e sua introdução em Portugal

Carlos Marques da Silva: Mas o que é a geodiversidade? Fazendo aqui um apanhado de várias definições, a geodiversidade pode ser entendida como a variedade de elementos, de fenómenos e de processos geológicos, ou seja, abióticos, que constituem o nosso planeta; tais como os cristais, os minerais, as sequências estratigráficas, as paisagens, os fósseis (estão aqui mais destacados, pois sendo eu paleontólogo dou-lhes mais atenção), etc (figura 2).



Figura 2 Geodiversidade. Definição adaptada de vários autores, sobretudo de Gray (2004).

Esta abordagem não é nova. O conceito de geodiversidade remonta a 1993. Aqui no nosso cantinho, resultado daquilo que falei há pouco, dos meus trajetos entre a Rua da Escola Politécnica, o Tejo, o Terreiro do Paço e o Cais do Sodré, já em 1998 começámos a lançar estas ideias, que depois se foram desenvolvendo. Mais tarde, na década de 2000 já se falava claramente de geodiversidade em algumas publicações, sendo todas estas atividades apoiadas e fundamentadas por divulgação na cidade. Originalmente, esta divulgação dos fósseis na cidade (sendo eu paleontólogo) começaram em 1998 (vide Silva & Cachão, 1998), no âmbito da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais. Mais tarde, essas atividades foram continuadas no âmbito da Geologia no Verão, patrocinada pela Ciência Viva, e também a pedido e em colaboração com muitas outras instituições como a Liga para a Proteção da Natureza e as mais variadíssimas escolas secundárias. E, continuo sempre, de alguma maneira “puxando a brasa à minha sardinha”, a participar em iniciativas, quando me convidam, e a integrar a geodiversidade e todos estes aspetos na prática letiva. Por outro lado, também houve uma tentativa, mais recente, do qual resulta um trabalho da colega Sofia Pereira e meu, de 2022, que é a de integrar os aspetos da geodiversidade com aspetos das ciências sociais. Ou seja, ver de que modo a geodiversidade, nomeadamente, aquela que ocorre em contexto urbano, mas não só, tem implicações ao nível, por exemplo, das artes decorativas, e do sentido de pertença ao local (aquilo a que os colegas ingleses chamam o *sense of place*). O objetivo é investigar a contribuição dos elementos da geodiversidade para a construção da imagem que temos dos locais onde vivemos, como neste caso aqui, focando a calçada portuguesa (vide Silva & Pereira, 2022). A calçada é um elemento cultural primordial de Lisboa, mas construído de materiais geológicos e, portanto, essa relação interessou-nos, ao ponto de termos escrito este trabalho (figura 3).



Figura 3 O padrão “mar largo” da calçada portuguesa no Rossio, Lisboa, o lugar onde, em 1849, esta técnica de pavimentação tipicamente lisboeta foi aplicada pela primeira vez numa praça pública (vide Silva & Pereira, 2022).

2.4 Potencial do conceito de geodiversidade urbana enquanto recurso educativo na adoção de abordagens promotoras de uma visão integral e mais equilibrada do mundo natural

Carlos Marques Silva: A geodiversidade tem muitos valores, mas vamos centrar-nos no valor educativo, que é aquele que está aqui em discussão. Nesta questão da abordagem do valor educativo e no contexto do volume 9 da Revista de Ciência Elementar, mais dedicado a aspetos geológicos, houve a ideia de ir para o campo na cidade e fazer um trabalho que pudesse, de alguma forma, sistematizar, organizar, todas aquelas ideias que, ao longo dos tempos, fomos alinhando sobre estes aspetos da geodiversidade como recurso educativo. Outra ideia de base, que às vezes nas saídas de campo na cidade costumo referir, é a de descobrir na cidade elementos da natureza existente para além dela e levar as pessoas que vivem em meio urbano, sem saírem da sua área de conforto, a usufruir desses elementos, chamando a sua atenção para realidades que existem fora do seu meio habitual. Para abordar a questão, por exemplo, das rochas e dos procedimentos geológicos, uma vez que nem sempre é fácil levar uma turma de 25 alunos a um afloramento geológico, por questões logísticas, por questões de tempo e por questões financeiras, podem usar-se as rochas que existem na cidade. Outro tema que se pode abordar, neste contexto geológico citadino é a observação de fósseis e a sua ligação à história da Terra. E aqui, um daqueles elementos de ligação da geodiversidade com a biodiversidade, ou seja, usar os fósseis que existem na cidade para falar da geo-história e da evolução da vida. Outro aspeto relacionado com os fósseis, é o facto de, neste contexto, estes serem, provavelmente, os mais óbvios elementos de ligação entre a geologia e a biologia. Há mais, mas estes são os de mais fácil perceção. Por exemplo, falar de fósseis, não na disciplina de geologia, mas na de biologia, para discutir as extinções biológicas. Os fósseis de rudistas representam grupos biológicos que já não existem e, portanto, é possível ver ali, na parede, uma evidência clara de que há grupos biológicos que se extinguíram (figura 4).



Figura 4 Fóssil de bivalve rudista caprinulídeo em calcário liós de idade cretácica da região de Lisboa numa fachada em Almada (vide Ventura et al., 2010).

Outro aspeto, porque estes tópicos têm várias implicações, é a ligação da geodiversidade urbana e do uso dos materiais geológicos a áreas como as artes decorativas, na pintura de fingimento (figura 5). Em diversos aspetos, nós encontramos elementos geológicos claramente representados que podem ser usados, por exemplo, em saídas conjuntas dos colegas de Ciências da Natureza (para estudo da vertente geológica) com colegas de Educação Visual.



Figura 5 Revestimento azulejar com pintura de fingimento imitando o liós com fósseis de rudistas na fachada do nº 39 da Rua do Poço do Borratém, em Lisboa (vide Silva, 2019a).

Outro aspeto, igualmente importante, é a ligação alunos ao local onde vivem, uma vez mais associado àquela ideia de poderem ver os fósseis que existem ao longo do caminho que fazem diariamente, quando vão para a escola. Este aspeto é particularmente importante naquelas escolas que são vistas, classificadas, encaradas, como estando em locais menos favorecidos, digamos assim. Uma maneira de fomentar a autoestima local dos alunos, é precisamente fazê-los prestar atenção àqueles aspetos fantásticos da geodiversidade que existem no local onde vivem. Isso também fortalece essa ligação ao sítio e essa autoestima, esse *sense of place* para utilizar o termo anglo-saxónico. Por exemplo, o que seria de Lisboa sem a sua calçada artística, sem os pastéis de nata, sem as sardinhas assadas, sem o fado ou sem os Santos Populares? São tudo elementos que no seu conjunto constroem a imagem que temos de Lisboa. Mas a calçada, claramente, tem um papel importante a desempenhar. E, neste caso, inclusivamente também patente num outro trabalho publicado por nós, vemos a ligação das comunidades humanas aos espaços físicos que ocupam (vide Silva, 2019b). Neste caso, manifestado nos brasões, essas manifestações de identidade local por excelência. Muitos aspetos do território estão manifestados nesses brasões. Torna-se evidente que existe uma ligação das pessoas à geodiversidade. Uma vez mais, não fui eu que inventei estas coisas, estou apenas a usar conceitos, ideias que vou buscar à geodiversidade, às artes decorativas... e depois faço uma ligação com os aspetos da geodiversidade urbana ou natural dos contextos em que nós vivemos. E para terminar, uma das vantagens desta abordagem reside no facto de não ser necessário sair da escola para abordar estas questões. Apenas um outro exemplo, com colegas do colégio São João de Brito, em Lisboa, onde estive mais recentemente e de cuja visita tenho imagens ilustrativas. Fica evidente que podemos sair da sala de aula, o que tem sempre uma vantagem, tem aquele gostinho a saída de campo para fazer algo diferente, mas sem precisarmos de sair daquele espaço mais seguro, porque é o próprio espaço da escola. Muitas escolas apresentam elementos da geodiversidade (umas mais do que outras), que podem ser usados nas mais diversificadas atividades de que o Hélder e o Francisco nos vão falar daqui a pouco, seguramente, porque eles têm experiências muito interessantes nesse domínio. Experiências essas que, inclusivamente, estão referidas no trabalho da geodiversidade como recurso educativo.

3. GEODIVERSIDADE URBANA: APROXIMAR A INVESTIGAÇÃO E A PRÁTICA EDUCATIVA

3.1 Atualizar os currículos de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia dos ensinos básico e secundário

Carlos Marques da Silva: Desde logo, existe o problema dos currículos. O currículo das disciplinas que focam a geologia já é antigo, já tem uns bons anos. Já houve tentativas de atualizar esses currículos, no entanto, essas tentativas goraram-se. E recordo-me de ter estado associado a elas, como consultor para as questões da Paleontologia. Pronuncio-me sobre aquelas questões que me dizem mais diretamente respeito, nomeadamente as paleontológicas, em outros aspetos da geologia não me sinto à vontade para o fazer, pois acho que há pessoas mais capacitadas. Mas das duas tentativas que houve de atualizar, reformar, enfim, renovar os currículos, essas duas tentativas, nestes últimos 15 anos não avançaram. Portanto, desde logo, com a participação e com a colaboração dos colegas do ensino básico e do secundário, introduzir nos currículos essa ideia e esse fio condutor. Esse aspeto tem de estar, de alguma maneira, presente porque depois, claro, os colegas vão beber ao currículo as orientações para organizarem as suas atividades letivas. Devo dizer que, neste caso, pelo facto de o currículo não ser atualizado há bastante

tempo, a prática letiva dos colegas do básico e secundário está bem mais à frente daquilo que é delineado pelos currículos. Porque os colegas do ensino secundário já fazem, ativa e frequentemente, atividades que integram estes aspetos. Felizmente, sou frequentemente solicitado para participar, em colaboração com os colegas do secundário, em atividades deste estilo.

3.2 Atualizar a formação inicial de professores e reforçar a dimensão científica

Carlos Marques da Silva: A fronteira entre a investigação, o ensino superior e o ensino secundário é difusa. Lá está, nós temos de dividir para entender e ensinar. O ponto aqui é que no final temos de voltar a integrar tudo e mostrar que a realidade em que vivemos, social e natural é só uma. Essas transições são fluídas, como é óbvio. Durante algum tempo, por exemplo, no Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, realizaram-se ações de formação dirigidas aos colegas do ensino secundário em que estes temas eram abordados. Salvo erro, essas ações eram referidas como “Ensino da Paleontologia no Campo e na Cidade”, nas quais estes temas se integravam. O que acontece é que, do ponto de vista logístico, às vezes não é fácil continuar estas ações. Por exemplo, com a jubilação dos colegas mais velhos, há outras tarefas que temos de desempenhar e não sobra tempo para tudo. E esse é realmente um problema. Mas, portanto, ações de formação seria também uma via possível e com resultados já comprovados pela prática. A publicação, por parte das pessoas mais ligadas à investigação nestes sistemas (e aí o papel das revistas, quer das com cariz mais científico, quer das com cariz mais virado para a educação e para as práticas pedagógicas), de mais trabalhos em que o fio condutor seja este, da união entre os aspetos biológicos e geológicos, da sua integração e focando aspetos particulares dessa integração.

3.3 Produção dos materiais de divulgação e recursos educativos

Carlos Marques da Silva: A produção dos materiais de divulgação também é fundamental (e aqui entra a experiência do Hélder e do Francisco), guias como aqueles que eles produziram são fundamentais para promover essa integração. E, lá está, tem de ser uma abordagem ampla. Não podemos só dirigir-nos à população escolar. Se os alunos chegarem a casa e não sentirem, de alguma maneira, apoio, compreensão, para essas visões... da mesma maneira que, se os pais tiverem uma determinada perspetiva, mas na escola ela não for focada, depois os filhos, também, não se integram. Portanto, temos de atacar em todas as frentes. Aí as ações de divulgação para o público em geral são fundamentais porque, cobrindo o público em geral em ações fora da escola, cobrindo o público escolar em abordagens mais definidas no seio da escola, cobrimos todos esses aspetos e acaba por haver uma sintonia de opiniões e de visões, também fora do espaço escolar. Até porque, muitas das práticas que são aprendidas na escola depois são transmitidas aos pais. A reciclagem, por exemplo... há muita coisa que se aprende na escola, que depois por osmose emocional e psicológica é transmitida ao resto da sociedade, fora das paredes, digamos assim, fora do limite da escola.

A produção de materiais didáticos (aqui em colaboração tanto com os colegas mais ligados à investigação, como com os colegas com mais prática no ensino básico e secundário) dirigidos à integração destes temas e à utilização destes materiais. Materiais didáticos que podem ser divulgados das mais diversas maneiras. Não me estou a referir aos manuais. Eu acho os manuais um pouquinho castradores. Não estou a chamar nomes a ninguém, mas a partir do momento em

que temos uma abordagem fixa, as pessoas tendem a seguir essa abordagem e deixam pouco espaço para a inovação e para a criatividade na sala de aula. Esta é a minha opinião. Se houver outros materiais didáticos que possam ser usados, permitem mais margem de manobra aos colegas do ensino básico e secundário, nas suas práticas letivas, porque têm materiais que podem apontar, como nós temos este documento aqui, quais os caminhos que vamos seguir. Se tiver, claro, na opinião dos colegas, qualidade e utilidade para ser usado.

3.4 Promover o contacto dos docentes com os investigadores

Carlos Marques da Silva: Também é importante promover, participar, fazer palestras, debates como este, por exemplo. Nomeadamente, palestras nas escolas básicas e secundárias, é uma prática que tento, de alguma maneira, não descurar desde os meus tempos do Centro Arqueologia de Almada. Tento ir, frequentemente, a convite dos colegas, claro! Não bato lá à porta com um manual de geologia debaixo do braço, a perguntar se têm um minuto para falar da geodiversidade. Não é essa abordagem. Mas a convite dos colegas, porque ao fim de 30 e tal anos de ensino já tenho muitos antigos alunos como colegas do ensino básico e secundário, que sabem que dentro da minha disponibilidade, estou sempre pronto para ir às escolas. E, portanto, nesses aspetos ter uma atitude mais proativa, do lado da investigação, para ir às escolas.

É curioso que, do lado da geologia (e com isto termino), há aquela preocupação de que a disciplina não tem uma imagem favorável junto do grande público, por razões que são exteriores à própria geologia, relacionadas, nomeadamente, com a utilização dos combustíveis fósseis e as alterações climáticas. Como podem calcular, tal não é culpa nem da geologia, nem dos geólogos. Não são os geólogos que determinam a utilização dos recursos, é a sociedade. A tarefa dos geólogos é encontrá-los. A tarefa da sociedade é usá-los, se assim o decidir. Mas, se por um lado, notam que a geologia ganhou uma imagem pouco abonatória, porque a sociedade se centra nesses aspetos, por outro lado, também não demonstram a disponibilidade para sair da universidade e ir às escolas secundárias. Ou seja, “querem comer o bolo e continuar a tê-lo”. Não pode ser. Isto implica algum esforço e implica alguma disponibilidade para, realmente, ir junto das pessoas que queremos, de alguma maneira, cativar para a nossa visão do mundo e integrar a visão dessas pessoas também na nossa. Não se trata aqui de vender algo ou de modificar a opinião dos outros, trata-se de entender como é que as pessoas fora da universidade vêem estas questões, para podermos também entendê-las e integrá-las na maneira como abordamos os temas. Há aqui, portanto, uma visão integradora.

3.5 Partilha de algumas boas práticas

Hélder Pereira: No fundo o Carlos, creio que tocou ali, praticamente, em todos os pontos. A única coisa que, eventualmente, me ocorreria era a partilha de algumas boas práticas, de alguns exemplos. Mas isso, se calhar, mais no sentido de quem já vai fazendo estas coisas, de forma mais ou menos autónoma nas escolas. No fundo, mostrar a outros colegas que é possível realizar este tipo de atividades tal como aconteceu na minha escola. Os colegas, durante a preparação do guião e depois, mais tarde, já depois do livro estar pronto, pelo facto de andar com os miúdos ali a olhar para as paredes, dentro da própria escola, também levou a que, depois aplicassem essa boa prática e copiassem um modelo que, no fundo, tinha funcionado. E, lá está, quebrando ali aquele ciclo de “Ah, é complicado”, “Ah, não há dinheiro para o autocarro”, para ir ao campo. Aproveitar a escola como ponto de partida e depois, obviamente, ir até a cidade e explorar o

território. São os locais por onde as pessoas passam diariamente e, mesmo estando à vista de toda a gente, nem sempre se repara no que vemos. No fundo, a calçada que pisamos ou o monumento da pessoa que foi importante na cidade, permitem partir para trabalhos em articulação com outras disciplinas. Portanto, não é, não tem de ser apenas uma atividade explorada no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia ou de Ciências Naturais, mas sim algo mais abrangente e obviamente mais rico, por isso mesmo, também.

3.6 Introduzir o conceito de geodiversidade na formação inicial de professores de Biologia-Geologia

Francisco Lopes: Seguindo a linha de raciocínio, mas recuando, ainda, um bocadinho antes, dar aqui só uma achega, porque já foi praticamente tudo aflorado. Aquilo que de mais importante, a meu ver, para no fundo, promover este tipo de atividades e as vantagens que podem estar inerentes, tem a ver, com a formação inicial de professores. Neste momento, passamos por um grave problema, porque os cursos que existiam, muitas universidades não deram continuidade. E, neste momento, a formação inicial de professores, por exemplo, de professores de Biologia e Geologia, não é suficiente. Nos próximos anos vai haver, efetivamente, falta de novos professores. Também a formação inicial já não tem nada a ver com a que nós tivemos. Mesmo a nível da estruturação dos cursos, desde as cadeiras, as cargas horárias, atualmente é diferente, pelo que, depois, obviamente, os resultados não vão ser os mesmos. A nossa formação [professores do grupo de Biologia e Geologia], no fundo, é em duas áreas. Apesar de a natureza ser apenas uma, quando falamos em professor de Biologia e Geologia, nós temos ainda, no ativo, professores que tiveram apenas formação em Biologia e depois fizeram a sua profissionalização, em que tiveram algumas cadeiras da componente de Geologia e ao contrário, também. Foi através da sua formação contínua que, depois foram aperfeiçoando (e vão aperfeiçoando) algumas lacunas e mitigando outras da sua formação inicial. E, aí nota-se, por exemplo, no caso da valorização e da abordagem que se faz ao nível da área da Geologia e da própria geodiversidade, que há diferenças claras. Há colegas que, efetivamente, pela sua forma de estar e interesse, acabam por procurar, não só a formação contínua que lhes permita, no fundo, colmatar essas lacunas, mas também, pelo trabalho de pares, trabalho colaborativo com outros colegas que, de alguma maneira podem ir ajudando e apoiando na preparação das atividades, nomeadamente, nos conteúdos relacionados com a área em que não tiveram formação inicial tão reforçada. Portanto, este é um aspeto importante. Se nós incluirmos, logo a nível da formação inicial, alguns destes aspetos, já será um bom caminho. Recuando ali um bocadinho, ainda no caso dos manuais escolares, o que rege, no fundo os manuais escolares, o conteúdo, acabam por ser as orientações do Ministério da Educação. Neste momento, o que nós temos são documentos que nós chamamos de aprendizagens essenciais, que têm, no fundo, ali as orientações que, depois, vão dar origem àquilo que é a interpretação dos autores que constroem os manuais. Nos últimos anos tem havido, efetivamente, um crescente, um aumento da componente que dá importância e valoriza a componente da geodiversidade. Não me recordo de exemplos de geodiversidade urbana, mas o facto de nós já incluirmos no ensino o conceito geodiversidade, o conceito de geossítio, o conceito de geoconservação e a sua utilização, os usos e os valores inerentes, isso já é um caminho muito interessante. Nomeadamente, ao nível do oitavo ano, por exemplo, em que se fala dos serviços dos ecossistemas, há manuais que têm já exemplos da parte da parte cultural, do uso da geodiversidade para o lazer e para o turismo, com exemplos, até com casos de Portugal, como é o caso dos geoparques. Isso é bastante

interessante, fazendo a associação, por exemplo, com o desenvolvimento sustentável e outras componentes.

3.7 Ligação entre os professores e os investigadores e a “segurança” científica

Francisco Lopes: O conhecimento científico é a base. E temos aqui connosco, o “pai da geologia urbana”, que é o Carlos, que no fundo foi nosso mentor. Não só pelo trabalho que já tinha produzido, as sementes que já tinha lançado, já tinha vários exemplos de panfletos, recursos, nomeadamente páginas de Internet e outras publicações que, no fundo, sensibilizaram-nos para esta temática. E depois, nós, obviamente com trabalho de pesquisa e treinando o olho, começamos a identificar e a ver coisas que antes não víamos. Depois, obviamente, a disponibilidade de algumas das pessoas que, para além de terem conhecimento científico e produzirem conhecimento científico, também estão disponíveis para divulgar e para, quando são abordadas, no fundo solicitadas, têm total disponibilidade. Mais uma vez, aqui o exemplo do Carlos.

No guia que nós produzimos, nós convidámos o Carlos, desafiámos o Carlos a ser o nosso revisor. É uma pessoa com experiência, uma pessoa disponível e uma pessoa a quem temos que agradecer, não só pelo trabalho da parte da Geologia urbana, geodiversidade urbana, mas também na divulgação geral da Paleontologia. É destas pessoas que nós precisamos para nos inspirarem e para nos irem dando, digamos, algumas ferramentas para nós podermos sentirmo-nos seguros, para darmos os nossos passos cada vez mais sozinhos. Aí entra, novamente, a questão da formação de professores em que, seja pela academia, a nível da universidade, seja por colegas, que também sejam formadores, na perspectiva de partilharem as suas práticas e darem, dessa maneira, um maior incentivo e uma forma de as pessoas se sentirem mais seguras a experimentar. Porque muitas vezes, o problema é esse. Não começar. Depois quando começamos, as coisas tornam-se mais fáceis. E se tivermos sempre contactos, como é o caso de pessoas como Carlos, que está sempre disponível para nos ajudar, à distância de um e-mail, que nos pode dar apoio, por exemplo, na identificação de algumas rochas ou fósseis ou estruturas, nós podemos, no fundo, ir construindo materiais que vamos usando e vamos partilhando. E vamos, então, assim, construindo aquilo que é o caminho, não é?

Hélder Pereira: Já agora, se calhar, aproveitava só para reforçar um dos pontos que focaste, que tem a ver com a questão da segurança. Como, de facto, ainda temos muita gente no ativo que tem como formação de base apenas uma licenciatura na área das ciências biológicas, depois têm essas lacunas, que se não forem colmatadas, por vontade própria, durante a sua formação contínua, as pessoas sentem-se inseguras e depois obviamente não arriscam. E aqui, este é um caso em que, se as pessoas não conhecerem minimamente as rochas e os fósseis, nem conseguem identificá-los, um miúdo pergunta: “Este fóssil, é o quê?”(...). A pessoa tem de se sentir à vontade para dar uma resposta, quanto mais não seja, dizer “não sei, vou pesquisar” e partir daí para a descoberta conjunta, tanto do professor, quanto do aluno. Porque são atividades que os miúdos adoram. Às vezes, de facto, como dizia o Carlos, basta sair da sala de aula e vamos até ali aos corredores, os outros acham que somos todos assim, meio “chonés”, porque estamos ali, em posições às vezes menos próprias, a olhar para o chão ou para a parede, mas os miúdos que estão envolvidos diretamente na atividade sentem um grande entusiasmo e ficam fascinados. E a partir daí, de facto, criam-se ali, ligações emocionais, a uma área científica que muitas vezes, por desconhecimento, acaba por ser o tal lado esquecido da natureza. O “parente pobre da

natureza”, como já foi abordado aqui, por mais do que uma vez, na nossa conversa. Portanto, essa parte da segurança, de aprender com o exemplo de outros e obviamente, tendo o suporte de outros com mais experiência, sejam pares ou colegas da academia, como é o caso aqui do Carlos, que de facto reforço aqui e volto a agradecer, uma vez mais, a disponibilidade e paciência para nos ir aturando e apoiando nesta viagem. Isso tudo é fundamental. Este trabalho de equipa, no fundo, entre academia, docentes e os próprios alunos.

3.8 Ligações entre a biodiversidade e a geodiversidade em contexto urbano

J. Bernardino Lopes: Gostaria de colocar uma questão ao Carlos, ao Hélder e ao Francisco em ligação direta com o artigo. Nele é referida a íntima ligação entre a geodiversidade e biodiversidade e depois foca-se na geodiversidade urbana. A questão é: No contexto urbano, não seria possível realçar formas mais evidentes de ligação entre geodiversidade e biodiversidade? A razão de ser da pergunta parte do pressuposto de que se a população, jovens e sociedade em geral, está mais recetiva à questão da biodiversidade, por que não pegar por aí e ver que essa biodiversidade, tem subjacente algo mais fundamental, a geodiversidade. Não sei se é possível responderem à pergunta, mas se for possível, seria outra uma vertente de aprofundamento entre as práticas educativas e a investigação.

Carlos Marques da Silva: Daquilo que o colega Hélder e o colega Francisco disseram há pouco, também ressalta uma coisa que, mais uma vez, reflete esta assimetria na atenção dada. Reparem, isto não é uma crítica, é uma constatação de um facto. Há uma circunstância que existe e nós estamos aqui a lidar com ela. Existe uma assimetria, inclusivamente, na formação dos professores da área da biologia e dos professores da área da geologia. Assim, como, na faculdade, são mais do dobro as pessoas que escolhem biologia do que aquelas que decidem enveredar pela geologia. Isto prende-se com as mais variadas razões, nomeadamente, com o facto de nós humanos sermos entidades biológicas, portanto sentimos mais afinidade por aqueles aspetos da natureza que estão mais próximos de nós. De maneira nenhuma há aqui uma crítica. Mas significa, também, que depois ao nível da formação complementar dos professores, tem de ser dada mais atenção a estes aspetos complementares da sua formação na área da geologia.

Pegando na questão que foi agora levantada, das ligações entre a biodiversidade e a geodiversidade em contexto urbano, eu acho que sim, que é possível. É um pouco mais complicado do que em condições naturais, porque o meio urbano é um meio que está muito marcado pela geologia, pelo menos naqueles meios urbanos que nós conhecemos aqui de Portugal. As circunstâncias seriam um pouco diferentes numa aldeia na Amazónia. Mas aqui em Portugal, de facto, a imagem e a própria estrutura da cidade estão fortemente condicionadas pela geologia. Isto é uma coisa de que normalmente as pessoas não se apercebem. Desde a topografia e o posicionamento geográfico (que estou a incluir aqui geologia senso lato... geodiversidade, como é óbvio. Não estou a tentar “abocanhar” a geografia para o lado geológico. Não há aqui “geochauvinismo”, de maneira nenhuma), até aos materiais de construção e tudo o mais. Devido a esse predomínio, torna-se mais difícil estabelecer essa relação. Mas acho que, pensando sobre os temas, uma vez o desafio lançado, torna-se possível abordá-los. Desde logo a partir dos fósseis. Os fósseis talvez sejam o exemplo mais evidente de ligação entre a geodiversidade e a biodiversidade. Talvez por isso os fósseis acabam por ser tão atrativos. Porque nos ligam a mundos vivos do passado. Temos ali uma janela para a vida do passado, através de um contexto

geológico. Mais uma vez, procurando um contexto familiar biológico, aproximamo-nos da geologia, que neste caso está representada na parede do edifício, no pavimento da escola.

Mas poder-se-iam explorar outras questões, não envolvendo os fósseis. O problema é que os aspetos da biodiversidade que existem na cidade, muitas vezes, são aspetos um pouquinho disfuncionais, digamos assim, porque a própria cidade é uma ocorrência disfuncional no seio da natureza. É uma realidade fundamentalmente humana. Todavia, se virmos a relação que existe entre alguns dos representantes biológicos na cidade, que muitas vezes são vistos como um problema, como é o caso dos pombos, podemos também ver que o sucesso dos pombos em contexto urbano resulta, precisamente, do facto de a cidade, utilizando materiais geológicos, replicar, mimetizar um pouco do seu habitat natural. Os pombos vivem em arribas, vivem em recessos, em cavidades nas escarpas, onde nidificam. E, na cidade nós temos uma situação em que temos edifícios, que de alguma maneira, são cenários similares aos quais eles se adaptam muito bem. Não é este caso, também, um exemplo de ligação da geodiversidade à biodiversidade? Temos aqui um exemplo tipicamente citadino e envolvendo, enfim, uma praga citadina (isto, do nosso ponto de vista humano, claro!). Os pombos veem os edifícios como uma oportunidade. Não têm os problemas que atualmente nós experimentamos com a crise do imobiliário. Para eles, qualquer edifício delapidado serve. Mas é um exemplo em que há uma ligação entre o edificado, que é basicamente construído, no nosso caso, por materiais geológicos, que imita um contexto geológico, e que é usado por esses organismos.

Assim, de repente, são os dois exemplos que me ocorrem, mas estou convencido de que se pensássemos sobre o assunto chegaríamos a outros. Lá está, uma vez lançado o desafio, se pensarmos sobre o assunto, seguramente iremos encontrar outros exemplos. Não sei o que é que o colega Hélder e o colega Francisco opinam nesta questão. E devo dizer que a minha disponibilidade para colaborar, nomeadamente, com eles, que estão aqui, também resulta do facto do projeto deles ser bastante interessante e muito gratificante. Portanto, é sempre um gosto participar em projetos em que nós olhámos para o resultado, neste caso o livro que eles produziram. Olhamos para aquele livro e pensemos assim: “Bolas, gostava de ter sido eu a fazer uma coisa destas.” É de sentir inveja, mas uma inveja saudável, que é a de olharmos para aquilo e pensar: “Épa, isto está mesmo está mesmo bonito, está mesmo bem feito. Quem me dera a mim ter tido esta ideia também”.

Francisco Lopes: Podia dar aqui, também, alguns exemplos. Algumas cidades ou localidades têm, por exemplo, linhas de água, onde depois há a vegetação e há, portanto, espécies invasoras e ali uma série de elementos de biodiversidade e geodiversidade que interagem. Portanto, ecossistemas específicos, habitats específicos, que depois se podem explorar e, por exemplo, no caso ali de Loulé, onde o Hélder trabalha, existe uma ribeira, que é a Ribeira do Cadoiço, que é bastante trabalhada e, cada vez mais, há ali atividades de educação ambiental e atividades relacionadas, mesmo até com os currículos de algumas disciplinas, em que se pode desenvolver algumas atividades. Estou-me a lembrar também de algumas cidades, pela desorganização e pelo não planeamento urbano, estou aqui agora a viver em Portimão e a trabalhar em Portimão, e há aqui alguns retalhos, ainda de terrenos no meio de urbanizações, no meio da cidade, que são autênticos terrenos baldios, mas que agora, têm já a recuperação em vários estádios de sucessões ecológicas secundárias. Temos aqui, por exemplo, vegetação tipicamente mediterrânica e podemos, inclusivamente, ainda ter os solos, portanto, substrato natural, que depois vamos ver que há ali algumas espécies que só existem, porque existem determinadas características dos solos, nomeadamente, pH ou a riqueza em determinados

elementos, mais alcalinos ou mais ácidos, que nos podem influenciar ali a vegetação. Então, por exemplo, mesmo a meteorização das rochas, a alteração das rochas por ação de seres vivos, que nós temos no próprio meio urbano, desde os próprios dejetos das aves, no caso dos pombos, ou por exemplo musgos, etc.

Carlos Marques Silva: Ocorreu-me, também, que em contexto urbano fosse possível analisar as preferências de substrato, por exemplo, dos líquenes. Se formos a um parque e virmos as árvores que existem e se formos a um contexto urbano, sobretudo um menos cuidado, porque nós temos aquela tendência para raspar as fachadas, e ver que há líquenes que preferem determinados tipos de substratos geológicos em detrimento de substratos biológicos. Seguramente que seria possível, fazer também em cidade, lançando mão quer dos elementos biológicos, neste caso, as árvores e as suas cascas (digamos assim, para utilizar um termo mais corriqueiro) e os elementos geológicos. É uma ideia. Não sou especialista em líquenes, mas ocorreu-me agora, porque nós os encontramos muitas vezes associados a substratos rochosos.

Hélder Pereira: Ocorreu-me aqui o exemplo de uma expressão que é muito cara aos amantes das Geociências, da Geologia em particular, que é a chamada Geologia do muro. E podia servir para ser complementada com a Biologia do muro. Eu costumo agarrar nos miúdos, quando começamos a dar as plantas, há um grupo de plantas para a qual, normalmente, a maior parte das pessoas não olha, incluindo a juventude, e que são os musgos. E mesmo sem qualquer substrato de um solo, não é, em qualquer muro, encontrado em contexto urbano, eles começam a crescer, desde que tenham alguma humidade. É muito engraçado observá-los com uma lupa e ver as diferentes etapas do ciclo de vida do musgo, associado a um substrato rochoso, qualquer pedra que seja usada na construção desses muros. E aqui em Loulé, ainda temos alguns terrenos agrícolas nas zonas marginais da cidade. A cidade foi crescendo e ocupando antigos terrenos agrícolas e é possível, também, explorar esse aspeto. O crescimento populacional e a densidade da malha urbana, em detrimento daquilo que está na base das nossas cidades, que é a alimentação. E às vezes, há aqui uma lacuna em termos de compreensão, por parte da miudagem mais nova, sobre os locais de onde vêm os alimentos, porque muitos deles acham que é só ir ao shopping e ao supermercado escolher. Esquecem-se que há toda uma cadeia de produção e de distribuição por detrás, que é frágil. Recentemente, temos sentido, não na pele, mas na carteira, os efeitos disso mesmo. Portanto, tentando sensibilizar o público em geral, e os nossos alunos em particular, para as questões da geodiversidade perceber que a geodiversidade no fundo está presente e envolve uma série de vertentes que influenciam a nossa vida do dia a dia, desde os materiais que usamos diariamente, até aos recursos de que necessitamos para nos deslocarmos, e por aí fora. Mas, sem dúvida, já agora, para terminar, retomar, de facto, a questão dos fósseis, que provavelmente, é o aspeto que torna mais atrativa a dinamização deste tipo de atividades. E isto com miúdos dos 8 aos 88. Há uma história deliciosa, que a gente tem com grupos que temos guiado, aqui pela cidade de Loulé e uma criança com 5, 6 anos, acompanhada pelos avós, num destes percursos aqui pela cidade, há um local em que paramos à entrada do museu municipal, onde temos um fóssil, que corresponde a uma carapaça de um ouriço-do-mar, mas que morfologicamente aquilo parece que está... A rocha foi cortada, porque nós estamos a ver um aspeto 2D, de uma estrutura tridimensional, do esqueleto de um animal, que faz lembrar uma carica. Então os avós tentaram enganar a criança a dizer: “Ah, isto é uma carica que está aqui a metida na rocha”. E a criança: “Não, não, que eu vim aqui com um senhor um dia que me disse que isto era um fóssil” e tal (figura 6). Então, aquela criança, de alguma maneira ficou sensibilizada com esta questão e percebeu que, de facto, as rochas têm histórias para contar. E no fundo,

fazendo aqui um bocadinho de publicidade ao nosso guia, foi um pouco, também, essa forma que nós encontramos para desconstruir aquilo que é a linguagem habitualmente utilizada na geologia, do ponto de vista científico. No fundo, trata-se de contar as histórias que estão escondidas à vista de todos e que estão arquivadas nas rochas.

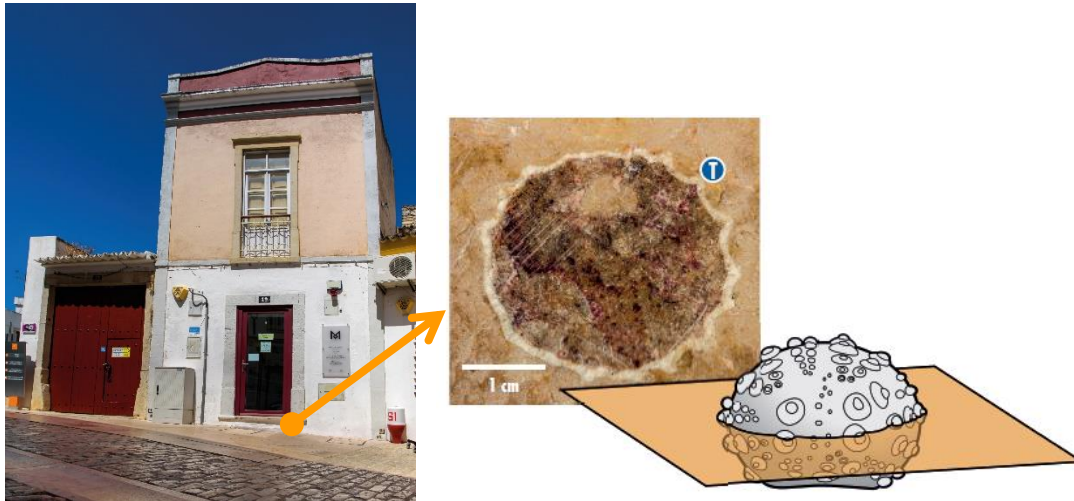


Figura 6 Fóssil da carapaça de um ouriço-do-mar no pavimento da entrada no Museu Municipal de Loulé e respetiva ilustração que evidencia o plano de corte do fóssil. Notam-se os tubérculos (T) da carapaça onde assentam e se articulam os espinhos do animal (Pereira & Lopes, 2019).

Para quem não tem um olho treinado, de facto parece uma carica voltada para cima, com parte do metal, com este rebordo aqui, que morfologicamente, de facto, faz lembrar uma carica, mas não é. Depois, esse é outro trabalho. Se calhar, também é por isso que Carlos mencionava aqui alguma inveja, que resultou também do trabalho de equipa com colegas de outra área disciplinar, que é fundamental para transformar o aspeto bidimensional daquilo que nós vemos nos vários materiais [pétreos] usados em contexto urbano. No fundo, o que estamos a ver é uma fatia de objetos tridimensionais. Aí, contámos com a ajuda preciosa de um colega e de alunos da área das artes visuais, de maneira a produzir diagramas, um conjunto de diagramas que acompanham as fotografias, para que, quem não tenha o olho treinado, como dizia o Francisco há pouco, possa perceber, da forma mais acessível, aquilo que estão a observar. E este é um exemplo, precisamente na Escola Secundária de Loulé, em que temos a conchas de bivalves e de outros organismos marinhos, que se não forem de facto interpretados, é difícil para quem passa todos os dias ali perceber o que ali está à frente deles. Portanto, há aqui margem de manobra para haver colaborações com várias áreas disciplinares. Eu próprio, depois, com este colega das artes, acabei também por publicar na Revista de Ciência Elementar, um pequeno trabalho, com um exemplo de um projeto feito com alunos da escola, numa abordagem STEAM. Portanto, não só a habitual ciência, tecnologia, engenharia e matemática, metemos [ainda] pelo meio o “A”, das artes e em diferentes vertentes..., desde chegar ao ponto em que com o colega de matemática medimos as dimensões de cada laje de rocha utilizada, sabendo qual é o preço por metro quadrado, [determinar] quanto é que custou, no fundo, reconstruir ou forrar uma determinada parede da escola durante o processo de reconstrução a que a escola foi submetida nos últimos anos. Portanto, há aqui pano para mangas e, no fundo, a criatividade é o limite, como se costuma dizer.

4. PERSPETIVAR UMA AGENDA DE RELAÇÃO ENTRE INVESTIGAÇÃO E PRÁTICA, TENDO COMO HORIZONTE O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (AGENDA 2030)

4.1 Trabalhar os domínios de autonomia curricular

Francisco Lopes: Posso dar, posso dar aqui um exemplo de coisas que já fiz e coisas que podem ser feitas, não numa perspetiva de agenda, mas numa perspetiva de partilha de algumas práticas que se podem depois replicar. Estamos a falar de quê? Daquilo que agora nós chamamos os domínios de autonomia curricular, que tem a ver com a flexibilidade, em que podemos desenvolver algumas atividades ou projetos, envolvendo várias disciplinas, num conselho de turma, por exemplo. No caso do terceiro ciclo, havendo, por exemplo, as Ciências Naturais, a Geografia, a Físico-Química e até mesmo a Educação Física, é fácil fazer no meio urbano um percurso. Eu já fiz isso. Depois, dentro destas várias áreas, explorar aqueles elementos que fossem mais relevantes, tendo em conta os conteúdos que se quisessem explorar. No caso da parte dos relevos, em que nós, por exemplo, numa cidade, temos muitas vezes avenidas que já foram, que são vales ou linhas de água que agora estão disfarçados, que estão canalizados subterraneamente, mas que por alguma razão, naqueles locais, depois, temos, quando vêm aquelas chuvas concentradas no tempo, as famosas cheias. Depois, por exemplo, zonas que estão totalmente impermeabilizadas e, aí a questão, por exemplo, da própria expansão urbana, que há bocadinho o Hélder estava a referir. Na questão de antigas quintas, que era onde eram produzidos os alimentos, onde eram produzidos, não só alimentos de origem vegetal, mas também animal, e que agora foram transformadas em urbanizações. Há a questão da impermeabilização com o aumento da escorrência superficial e, portanto, promoção das cheias, mas também, por outro lado, evitar, impedir a infiltração e, portanto, a recarga os lençóis freáticos. Por exemplo, a questão dos solos e a sua conservação. Por outro lado, a questão das águas. Ainda por cima, aqui no caso do Algarve, no caso da água, temos um problema, atendendo às baixas precipitações e ao facto de estarmos com uma gestão da água, a nível de recursos hídricos, baseada em barragens. Depois, por outro lado, a questão do aumento dos consumos e uma má gestão em termos de eficiência hídrica, em que as pessoas pensam que basta abrir a torneira e temos água, mais um elemento de geodiversidade que muitas vezes fica, parece que é fácil, de fácil obtenção, mas é escasso. Portanto, há aqui várias vertentes e várias possibilidades que nós, em meio urbano não olhando só para os materiais de construção e para os fósseis que as rochas podem ter, mas também elementos de geodiversidade, em que assenta, e que determinam, digamos, a própria geografia e a própria implementação da cidade.

Acho que são formas de nós também tornarmos mais significativas algumas aprendizagens, alguns processos e conceitos, que às vezes nós abordamos através, simplesmente, de imagens e de descrições que estão nos manuais, num PowerPoint ou num vídeo. Mas se pudermos ir com os alunos para o exterior e que, neste caso estamos a falar da própria envolvência da escola, em que não precisamos de usar transportes, podemos usar uma parte do dia, sem ter que perder muito tempo nas viagens e deslocações. São formas de tentarmos, de alguma maneira, criar atividades educativas que sejam, efetivamente, mais conducentes àquilo que são as necessidades e as aprendizagens essenciais que temos de trabalhar. Deixo aqui estas ideias.

Hélder Pereira: À medida que cada um vai falando, as ideias disponíveis vão diminuindo. Estava-me a lembrar, também, de um aspeto que acabamos por explorar no próprio quia, que

tem a ver com a escolha dos materiais de construção. Em tempos idos, basicamente, utilizavam-se os materiais que estavam aqui mais à mão, em pedreiras locais. Obviamente, o impacto da utilização de materiais locais é muito menor do que o impacto associado à utilização de materiais importados. Hoje em dia é muito fácil encontrar, em qualquer vila ou cidade, rochas vindas do Brasil, do Egito, da China, da Índia, por aí fora. Portanto, aí, também ao nível da própria sensibilização dos atuais arquitetos na escolha dos materiais, começando logo em tenra idade, com os alunos que futuramente serão, eventualmente, arquitetos, também ficarão à partida sensibilizados para essa questão. Para a necessidade de haver algum critério na escolha dos materiais, de forma que causem menos impacto. Por outro lado, a realização deste tipo de atividades, em pequenos percursos pedestres, obviamente, evitamos a utilização de viaturas, promovemos a vida saudável, promovemos a redução de emissões de dióxido de carbono e afins. Portanto, há aqui também vários aspetos que se cruzam com a realização deste tipo de atividades e que são promotoras do bem-estar e também do bom ambiente. Creio que é isto.

4.2 Colocar a geodiversidade na agenda pública

Carlos Marques da Silva: Bom, quando falamos em agenda, as nossas ideias e a discussão saltam para outros níveis, claro. E o que nós estamos a abordar aqui, estas questões ao nível mais programático do ensino (e não estou a fazer aqui hierarquias, de maneira nenhuma) e da relação, neste caso, entre os investigadores e os docentes e a relação de todos eles com o público, quer o público escolar, quer com o público em geral. Mas há uma outra dimensão para a qual eu, claramente, não estou vocacionado (enfim, cada um tem as suas limitações), que é a que é o domínio institucional. E a esse nível, é óbvio que há muito a fazer, até porque, normalmente, é a esse nível institucional que se conseguem as maiores, mais relevantes e mais visíveis mudanças. Agora, cabe aos outros níveis pressionar, motivar e empurrar na direção certa, precisamente esse nível institucional. Por exemplo, como eu referi na minha apresentação, no ano passado, a 6 de outubro, assinalou-se pela primeira vez o Dia Internacional da Geodiversidade, sob os altos auspícios da UNESCO.

Essa formalização do Dia Internacional da Geodiversidade foi possível graças aos esforços e apraz-me, também, aqui salientá-lo, do colega José Brilha da Universidade do Minho, que tem uma atividade notável, quer ao nível da produção científica, quer ao nível de intervenção institucional, em todos estes aspetos da geodiversidade. Em conjunto com instituições do Reino Unido, nomeadamente do colega Murray Grey, da Queen Mary University de Londres, que também tem obra extensa nestas áreas, foram os dinamizadores da instituição desse dia internacional. O nível institucional, é um nível de atuação extremamente importante, quer ao nível internacional, como a UNESCO, quer ao nível das câmaras municipais, ao nível da legislação, ao nível das instituições de geoconservação e de conservação da natureza em Portugal, etc. Há aí, também, um trabalho importante a fazer.

4.3 Ligação entre a geodiversidade e a biodiversidade usando metáforas: o caso das rochas exóticas

Carlos Marques Silva: Ao nível mais urbano, descendo ao nível da rua digamos assim, aqui há também (isto também foi mencionado de alguma maneira pelo colega Hélder e pelo Francisco) que é a ligação entre aspetos da geodiversidade e da biodiversidade, por exemplo, usando também metáforas. Foi referida aqui a questão das plantas invasoras. Muitas vezes temos

metáforas que utilizamos na abordagem dos aspetos biológicos, mas depois faltam-nos contrapontos na área da geologia, que permitam ver que muitos dos problemas são similares. Daí a importância da geodiversidade, ou seja, para servir de elemento de equilíbrio do lado abiótico, para vermos que os problemas são similares e muitas vezes as soluções também.

Por exemplo, falou-se de plantas exóticas e das plantas invasoras. Também do ponto de vista da geodiversidade podíamos ter essa abordagem. E falou-se por via, também, dos materiais tradicionais. Quando utilizamos materiais que não são tradicionais, que não são locais, estamos a introduzir no nosso contexto uma certa entropia, que por um lado é desejável, pois todos nós gostamos de ter jardins com plantas bonitas. Mas pode ter, como tudo na vida, resultados perniciosos que passam por essas plantas escaparem. Eu sei que a ideia de uma planta a escapar é um bocadinho bizarra, mas o certo é que elas escapam e tornam-se depois grandes problemas, tal como os pombos. Mas os pombos voam, enfim, é mais fácil imaginá-los fugindo. Mas no caso das rochas, é a mesma coisa. A dada altura, o uso excessivo de rochas exóticas pode descaracterizar o contexto urbano. Estando nós humanos muito ligados ao contexto físico em que vivemos, como já alguém disse, “é fácil tirar a pessoa da aldeia, mas é difícil tirar a aldeia da pessoa”, porque, realmente, nós somos muito marcados pelo lugar onde nascemos. As pessoas não escolhem o sítio onde nascem, nem a comunidade no seio da qual crescem. Acontece. Portanto, o sítio físico onde crescemos, relacionado com os aspetos biológicos e geológicos molda muito da nossa personalidade. Voltando a esta questão das rochas exóticas, imaginemos que há nos Jerónimos, numa ação de restauro em que, em vez de se usar o liós ou rochas da região de Lisboa que conferem aquela homogeneidade estética ao monumento que nós conhecemos, usavam-se rochas exóticas, com cores diferentes e fósseis completamente distintos. É óbvio que no final nós teríamos ali algo que iria chocar com a perceção que as pessoas têm da sua identidade e da sua tranquilidade, digamos assim, cidadina.

Portanto, talvez utilizando estes aspetos, ou seja, vendo pelo lado, neste caso biológico, que aspetos motivam, preocupam as pessoas, os investigadores e os docentes, e procurar encontrar do lado geológico os contrapontos que permitam ver que os problemas são muito similares. Em contexto urbano, em termos de agenda, tendo em conta os objetivos para o desenvolvimento sustentável, os aspetos da relação entre as comunidades humanas e o contexto físico em que vivem é talvez aquele que é mais óbvio, como também foi referido pelo Hélder e pelo Francisco. Mas questões como promover a igualdade, isto é, estamos aqui a falar de igualdade entre a biologia ou os aspetos biológicos e os aspetos geológicos, promovendo uma igualdade, promove-se todas. Promovendo e chamando a atenção para o aspeto fundamental da diversidade, se estamos a chamar a atenção para a necessidade de proteger a diversidade biológica e, por atacado a diversidade geológica, pois é óbvio que também a diversidade cultural também entra nesse pacote. Uma vez demonstrada a importância da diversidade num campo, torna-se depois mais fácil exportar essa ideia para os outros.

Relativamente aos aspetos da educação de qualidade, salvo erro, que também lá estão, vimos aqui a aplicação prática, com exemplos práticos, concretos, quer da biodiversidade, quer da geodiversidade, quer da integração de ambos. As questões da vida no mar, da vida em terra, também podem ser referidas com base na geodiversidade e na sua interação a biodiversidade. Daí também a importância deste tipo de reuniões e trocas de impressões que estamos aqui a ter e que não são comuns. Devo dizer-vos que fiquei bastante surpreendido, porque não é comum sermos mobilizados para debates destes. Não é habitual convidarem-me para participar, falar destas questões, desta perspetiva. Convidarem-me para ir a escolas falar de geodiversidade é

mais comum, sem dúvida. Mas a partir do momento em que começamos a discutir estes temas, as ideias começam a surgir. É a famosa “tempestade cerebral”, para utilizar aqui um termo mais nacional, em vez do *brainstorm*. Às vezes estas coisas correm mal, mas dessa perspetiva, “uma vez que a lebre está lançada” (para não dizerem que eu só uso metáforas geológicas), torna-se bastante mais fácil começar a encontrar exemplos e soluções. Se ninguém se lembrar, “então e se fizéssemos isto”, então ninguém vai pensar nessas soluções. É fundamental, nomeadamente para a construção dessa agenda, haver mais debates destes, mais trocas de impressões entre os diversos intervenientes em todo este processo.

4.4 “Sustentabilidade geológica”

J. Bernardino Lopes: Estive aqui a ouvir-vos atentamente. Como a minha formação não é nem da área da Biologia, nem da área da Geologia, tenho alguma liberdade para pensar fora desse contexto. E não deixei de me congratular e ao ouvir-vos, pensei se não se podia falar numa ideia, que é metáfora da sustentabilidade geológica, à semelhança do que se fala na sustentabilidade, por exemplo, em sistemas biológicos. Lembrei-me disso a propósito, já agora, para fazer a ponte e mais facilmente poderem também dizer a vossa opinião, a propósito da questão da água. E a propósito de uma coisa que nas cidades acontece muito, que se prende com a manutenção dos jardins ser feita (pelo menos a maioria deles, de que eu conheço), sem ter em conta o contexto geológico do sítio onde estão, nomeadamente, na questão do uso da água.

Carlos Marques da Silva: Estou completamente de acordo. De facto, creio que esse era um dos cavalos de batalha do engenheiro Ribeiro Telles. A aclimação de plantas nacionais aos contextos urbanos. Batalha que eu não creio que ele tenha conseguido ganhar. Ele ganhou muitas. Não sei se conseguiu ganhar essa, que é precisamente a da criação de uma espécie de viveiro de plantas autóctones que, por estarem mais bem adaptadas às condições hidrológicas locais, neste caso nacionais, poderiam ser usadas com mais sucesso em contexto urbano, em detrimento de todas aquelas plantas exóticas que importamos, porque são mais verdes ou mais coloridas ou “mais assim ou mais assado”, mas que realmente são um problema sério de manutenção, devido às dificuldades de rega que nós sentimos no nosso país. Portanto, desse ponto de vista, concordo plenamente.

Veja-se, por exemplo, a dificuldade que nós temos em Portugal em manter relvados. Porque, enfim, é uma moda. E, mais uma vez com isto não estou a denegrir os relvados, em si mesmos, nem as opções *per se*, mas é uma moda importada de países mais a norte, onde as condições permitem manter esses relvados porque chove muito, enquanto em Portugal essa chuva não é tão abundante. A manutenção dos relvados sempre foi um problema. Mas, lá está, nós copiamos aquelas modas que achamos mais gratificantes e, às vezes, essas modas têm efeitos nefastos. Sejam os relevados, seja a *fast-food*, podem, se levados a um extremo, ter efeitos que não são aqueles que desejaríamos. Mas, desse ponto de vista, sem me querer alongar aqui, estou convencido de que essa ideia já estará a ser... de alguma maneira... talvez não no contexto urbano de maneira tão explícita, mas seguramente que já é desenvolvida, porque ela faz tanto, tanto sentido, que é natural que já esteja a ser abordada. Como não é a minha área de intervenção, eu sinceramente não me consigo manifestar sobre esse tema.

Hélder Pereira: Eu posso dar aqui só um bocadinho da experiência pessoal. Loulé é um concelho enorme e também muito diverso. No litoral proliferam os campos verdes, temos os golfs e tudo mais. Aí a mudança de hábitos em termos de consumo de água, nomeadamente, a

rega desses espaços continua a pecar por muito gasto desnecessário de água. É frequente vermos que o equipamento, em vez de estar voltado para a relva está a verter água para a estrada. Frequentemente vemos a água escorrer pela estrada. No entanto, na cidade em si, aqui na sede do concelho, tem-se vindo a assistir nos últimos anos a uma substituição dos espaços relvados por outro tipo de opções, com plantas que necessitam de menos quantidade de água e com outras técnicas de disponibilização da mesma, com rega gota a gota. Portanto, começa, do ponto de vista dos municípios, creio eu, a haver um pouco, pelo menos aqui ao nível do Algarve, dessa sensibilidade para a necessidade de alterar as práticas que eram comuns até agora. Não sei se em Portimão, Francisco, acontece o mesmo...

Francisco Lopes: Eu acho que, tendo em conta a realidade, que tenha de começar a haver mesmo mudanças. Mesmo a questão dos campos de golfe, em que se começou a encontrar alternativas, nomeadamente, recorrendo às águas das ETAR, começaram a ser utilizadas para a rega. Esses passos e, portanto, a nível de jardins, também começou a haver, um pouco por todo o lado, essa substituição. Por vezes, o que acontece é depois fazer outro trabalho, em paralelo, que é onde nós podemos fazer alguma parte, enquanto educadores, nas escolas, mas depois tentar chegar à comunidade em geral, que é explicar o porquê de certas medidas. As pessoas, às vezes não compreendem, porque preferiam ter ali um espaço verde. Se começa, às vezes, numa certa zona a crescer alguma erva... Nós gostamos muito da natureza, mas depois às vezes basta crescer uma erva fora do lugar, uma erva daninha, temos logo aquela tendência para a arrancar, pôr lá um químico, fazer uma reclamação ao município, porque não está a cuidar bem daquele espaço. Então, tem de haver aqui um trabalho de educação constante para explicar às pessoas as opções e os porquês. Neste caso, quer das opções por plantas que estejam mais bem-adaptadas e que se calhar, no nosso caso, a nossa paisagem não pode ser verde o ano todo, pois vai haver alturas que é verde e no verão vai ser castanha e amarela, mas que isso faz parte. Agora, temos de ser nós a ir construindo isto, no sentido de educar a população, começando pelas escolas, para que efetivamente se mudem mentalidades e comportamentos.

Carlos Marques da Silva: A questão da água, como foi referida, em contexto urbano, porque nos diz diretamente respeito, é um daqueles tópicos principais daquilo que se poderia chamar essa geologia sustentável, essa gestão sustentável dos recursos geológicos. Sem dúvida.

Já no final do nosso debate, mas retornando à questão ao nível institucional e aos outros, a prática docente e, como referido pelo Francisco, muitos manuais, já estão bem à frente daquilo que os currículos preconizam. Já estava na altura de se reverem esses textos e essas diretivas, porque “o mundo pula e avança” e os currículos ficam no mesmo sítio. A dada altura, começam a estar desfasados das necessidades e das práticas atuais. Portanto, era necessário olhar para esses textos (e olhar para eles com outros olhos). Agora que o comboio foi posto em andamento, digamos assim, envolver também colegas de outras de outras áreas, inclusivamente da Geologia. Muitas das questões que surgiram aqui, como por exemplo a da água no contexto urbano, não me sinto em condições de discutir, na medida em que não sou hidrogeólogo. Já sabem como são estas coisas. Nós tentamos sempre “não pôr o martelo em rocha alheia”, digamos assim. Mas, no decurso desta nossa conversa, ressalta desde logo a necessidade de termos mais pessoas com diferentes perspetivas, sendo que o fio condutor é esse, o da geodiversidade, que os colegas em Geologia também têm de absorver e de integrar.

Esta não é só uma questão de modificação da mentalidade ao nível dos “moços na escola”, dos pais, do público ou dos docentes. É de todos. Dos próprios geólogos, que também têm de

olhar para o mundo usando esta nova ferramenta que é o conceito de geodiversidade. Ou seja, usando esse conceito, como fio condutor, para que ele possa ser tão útil na geologia como o de biodiversidade o é para os colegas da biologia.

Hélder Pereira: Sim, sem dúvida. Para mim também foi um prazer e agradeço, também, o convite para participar neste painel, nesta discussão. Foi um prazer. Não é todos os dias que, apesar de lidar com estas questões diariamente, mas não é todos os dias que falamos alto sobre essas mesmas questões. Basicamente, no meu caso, em particular, estive aqui a pensar alto e partilhar convosco algumas das ideias que fomos tendo aqui ao longo deste momento. Espero que outras oportunidades surjam. Tal como Carlos dizia, também não é habitual a ser convidado para participar em eventos deste tipo, mas é de facto uma experiência enriquecedora. No fundo vem aqui reforçar o papel da educação, num sentido mais transversal, não só da educação das geociências e das ciências biológicas, mas sim da necessidade de cada vez mais, se fazer aqui um trabalho integrado, com uma perspetiva, a tal perspetiva holística, de diferentes áreas disciplinares a olhar para o mesmo problema e daí, às vezes surgirem soluções para problemas que são e transversais.

Francisco Lopes: Quero agradecer o convite. Foi aqui um momento enriquecedor. O facto de estar a conhecer pessoas novas e rever, aqui, alguns colegas que, no caso do Helder, a gente trabalha em conjunto, mas já há algum tempo que não nos vemos pessoalmente. O Carlos também trocamos às vezes aí uns e-mails. Entretanto um grande abraço também. Muito obrigado ao Joaquim Bernardino e à Elisa. Um abraço e obrigado pelo convite.

J. Bernardino Lopes: Nós é que agradecemos. De facto, temos imenso prazer e gosto em colocar em reflexão, colegas com diferentes perspetivas. Aqui o tema que nos convocou foi, o artigo do Carlos, sobre a geodiversidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os editores agradecem a disponibilidade dos autores do artigo Silva & Pereira (2021), o qual serviu de (pre)texto para articular e debater a investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, entre investigadores e educadores na temática relacionada com a geodiversidade urbana e o seu potencial enquanto recurso educativo. Agradecem, em especial, ao autor Carlos Marques da Silva e aos professores Hélder Pereira e Francisco Lopes, pela disponibilidade em participar deste debate e pelas interessantes contribuições para o mesmo.

O debate centrou-se em duas questões centrais: a) Tendo em conta o vasto conhecimento desenvolvido pela investigação nesta área e o facto de a geodiversidade ser, ainda assim, um conceito pouco explorado nos currículos escolares, como poderá a comunidade de investigadores apoiar os professores para que possam fazer uso dos aspetos da geodiversidade urbana enquanto recursos educativos? b) Como poderemos perspetivar em conjunto uma agenda para a relação investigação – prática, na área da geodiversidade, em particular dos aspetos associados à geodiversidade urbana, de modo a potenciar uma visão holística e integradora dos aspetos biológicos e geológicos no mundo natural, tendo como horizonte os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável?

Na reflexão sobre a primeira pergunta surgiram tópicos como: (a) a necessidade de atualizar os currículos de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia dos ensinos básico e

secundário e a formação inicial de professores reforçando a dimensão científica com o conceito de geodiversidade; (b) produção dos materiais de divulgação e de recursos educativos; (c) promover o contacto dos docentes com os investigadores; (d) Partilha de algumas boas práticas; (e) procurar ligações entre a biodiversidade e a geodiversidade em contexto urbano.

Da segunda questão surgiram as seguintes propostas: (a) trabalhar os domínios de autonomia curricular para inserir as questões da geodiversidade; (b) colocar a geodiversidade na agenda pública; (c) fazer trabalho de investigação procurando a ligações entre a geodiversidade e a biodiversidade e explorando metáforas que facilitem a comunicação; (d) procurar outras áreas em que a geodiversidade se revele como relevante como por exemplo a “Sustentabilidade geológica”.

Em conclusão, na mesa-redonda refletiram-se questões importantes sobre a necessidade de encontrar um equilíbrio e promover abordagens educativas, nas escolas, mas também fora delas, que façam uso do conceito de geodiversidade, enquanto fio condutor, para que ele possa ser tão útil na Geologia, como o de biodiversidade é para a Biologia. Falta-nos encontrar novas metáforas, como a da sustentabilidade geológica, que à semelhança da sustentabilidade biológica, nos permitam, (re)pensar as ligações entre geodiversidade e biodiversidade em contexto urbano, para, a partir daí, aprofundar e integrar estas vertentes no Ensino das Ciências.

REFERÊNCIAS

- Galvão, C., Goulão, L. F., Calafate, L., Costa, I. A., Morais, C., & Lopes, J. B. (2021). Ciências da Sustentabilidade versus Ciências para a Sustentabilidade: Desafios à investigação e à Prática. *APeDuC Revista-Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*, 2(2), 169-198.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. Willey.
<https://geoduma.files.wordpress.com/2010/02/geodiversity.pdf>
- Kelchtermans, G. (2021). Keeping educational research close to practice. *British Educational Research Journal*, 47(6), 1504-1511.
- Paixão, V. V. M., Cruz, M. C. P., Mortimer, E., Silva, A., Cassiani, S., & Lopes, J. B. (2021). Desafios Socio-Ciêntíficos às práticas educativas e à investigação tendo como (pre)texto um artigo relatando a construção de um Biodigestor numa escola do Brasil. *APeDuC Revista-Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*, 2(1), 150-167.
- Pereira, H., & Lopes, F. (2019). *Histórias gravadas nas rochas. Guia de campo: À descoberta das rochas e fósseis em Loulé*. Câmara Municipal de Loulé.
- Rodrigues, L., & Agostinho, M., (2016) *Lagos. Guia de Geologia e de Paleontologia Urbana*. Ciência Viva, Câmara Municipal de Lagos.
- Silva, C. M., & Cachão, M. (1998). Paleontologia Urbana: Percursos citadinos de interpretação e educação (paleo) ambiental. *Comunicações do Instituto geológico e Mineiro*, 84(2): H33-H35.
<http://paleoviva.fc.ul.pt/cmsbibliografia/cms026.pdf>
- Silva, C.M. (2016). Fossils, Smartphones, Geodiversity, Internet, and Outdoor Activities: A Technological Geoeeducational Bundle. *Geoscience Education: Indoor and Outdoor*. Springer Verlag, pp. 133-157.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-43319-6_8
- Silva, C.M. (2019b). Geodiversity and sense of place: Local identity geological elements in Portuguese municipal heraldry. *Geoheritage*, 11(3), 949-960 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-018-00344-z>
- Silva, C.M. (2019a). Urban Geodiversity and Decorative Arts: the Curious Case of the “Rudist Tiles” of Lisbon (Portugal). *Geoheritage* 11, 151–163. <https://doi.org/10.1007/s12371-017-0253-0>

- Silva, C. M., & Pereira, S. (2021). A geodiversidade urbana como recurso educativo. *Revista de Ciência Elementar*, 9(3). <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2021/051/>
- Silva, C.M., & Pereira, S. (2022) Walking on Geodiversity: the Artistic Stone-Paved Sidewalks of Lisbon (Portugal) and Their Heritage Value. *Geoheritage* 14, 98. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00733>
- 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>
- Ventura, C., Pires, A. R., Ribeiro, M. & Silva, C.M. (2010). Paleontologia, Geodiversidade urbana e geoconservação: O exemplo da cidade de Almada (Portugal), Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza (SEPAZ), 9, 43-46. 2010. https://www.researchgate.net/publication/263618639_Palaeontology_urban_geodiversity_and_geoconservation_The_example_of_the_city_of_Almada_Portugal
- Wyse, D., Brown, C., Oliver, S., & Poblete, X. (2021). Education research and educational practice: The qualities of a close relationship. *British Educational Research Journal*, 47(6), 1466-1489. doi:<https://doi.org/10.1002/berj.3626>

BREVES NOTAS BIOGRÁFICAS SOBRE OS CONVIDADOS:

Hélder Pereira - Sou formado em biologia/geologia, com umas duas décadas e meia de experiência de trabalho em sala de aula. Quando cheguei à universidade, o meu objetivo era ser biólogo e depois apaixonei-me pela geologia. No fundo, a paleontologia permitiu o melhor dos dois mundos fazendo uma abordagem mais abrangente do mundo natural. Depois, naturalmente, surgiu a possibilidade de fazer uma tese de mestrado sobre uma jazida fossilífera, localizada na região do Algarve, tentando também atribuir-lhe um valor económico, para ver se dessa forma conseguiríamos alavancar um projeto de proteção efetiva da jazida. Infelizmente, a tese deve estar esquecida nalguma secretária ou nalgum gabinete, pois acabou por não ser implementado esse projeto. O bichinho da paleontologia ficou até aos dias de hoje. Depois, juntamente aqui com o Francisco, tivemos a possibilidade de implementar estas atividades com a descoberta da geodiversidade e da geologia urbana em contexto de sala de aula, com pequenos projetos. E, naturalmente, depois surgiu o guia (Pereira e Lopes, 2019) focado na cidade de Loulé, porque é onde está a nossa escola. A ideia foi meter os miúdos a olhar para os edifícios, para os monumentos, para os materiais dos mesmos ao longo do caminho que fazem a pé para a escola e foi giro, mas pronto, depois podemos falar disso mais detalhadamente. E surgiu a possibilidade, depois, de repetirmos a receita de sucesso, com a cidade de Silves, que era onde o Francisco, entretanto, estava a lecionar.

Francisco Lopes - Eu sou professor de biologia e geologia do ensino básico e secundário. Já lecionei todos os níveis, desde o sétimo até ao 12º ano. Efetivamente, durante o percurso académico, fui nutrindo um especial interesse pela área da geologia e agora prefiro designá-la de geodiversidade, não apenas na perspetiva da ciência, mas também na perspetiva da própria aplicabilidade dos vários elementos de geodiversidade, que podem ter, por exemplo, em contexto educativo. Efetivamente, quando mais tarde, depois da licenciatura, realizei uma dissertação de mestrado numa área geográfica, que agora é também cada vez mais conhecida e falada, que é um local de... não só com elementos de geodiversidade, mas também de interação com outros elementos naturais, com a perspetiva mais da biodiversidade e com os aspetos culturais. Portanto, num trinómio das partes abiótica, biótica e cultural, que é a Rocha da Pena,

no concelho de Loulé e que hoje é um dos sítios mais conhecidos, dentro de um projeto, que está a ser desenvolvido aqui na região do Algarve, que é a construção do Geoparque Algarvensis. Comecei com o trabalho sobre geodiversidade em contexto urbano, por influência do Hélder e tenho vindo a desenvolver esse trabalho, dependendo das turmas com quem trabalho e dos anos de escolaridade, alguns projetos e algumas atividades que têm levado, no fundo, os alunos a contactar com esta realidade e valorizar este património.

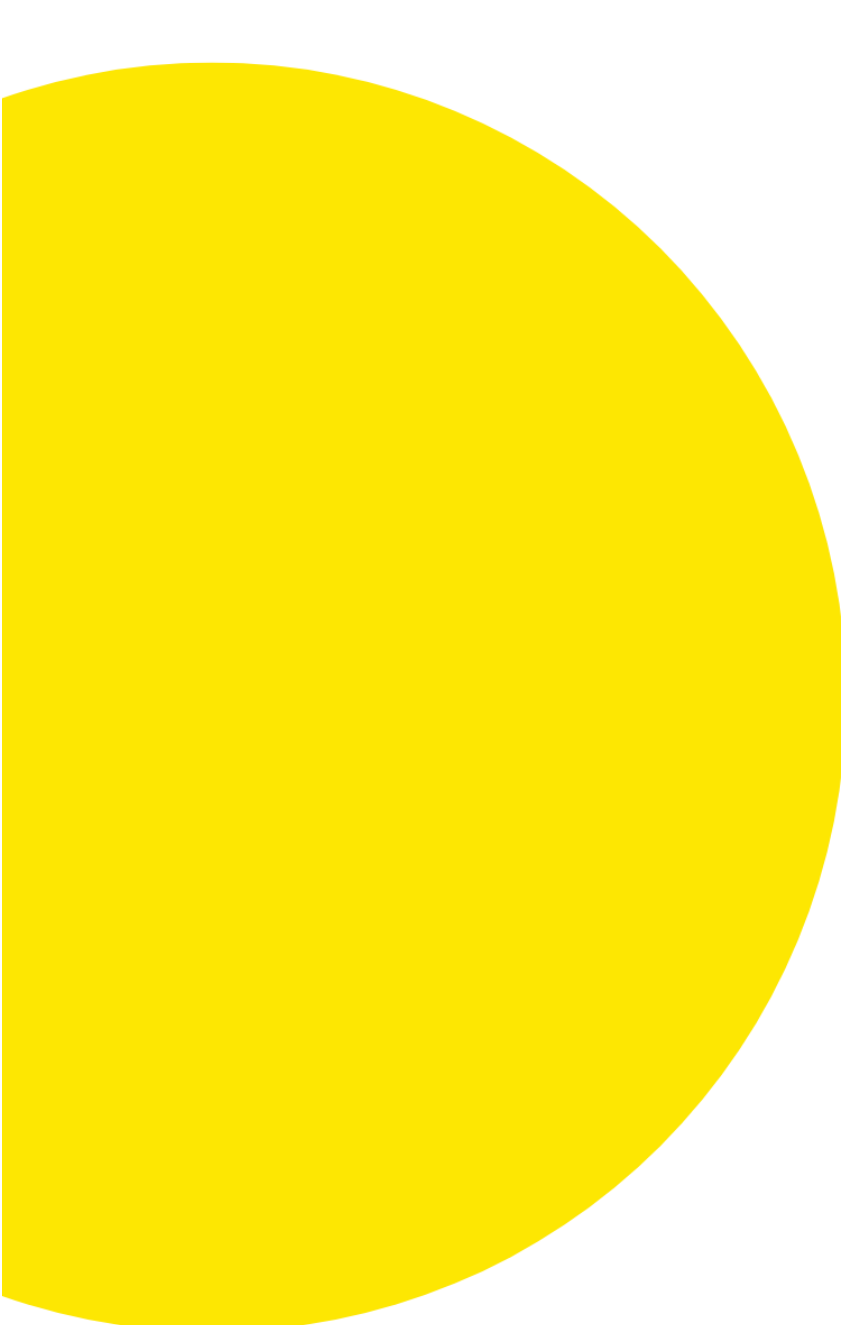
Carlos Marques da Silva: - A minha a minha área convencional de trabalho é a docência e a investigação na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, desde 1989, tendo começado antes, como bolseiro. Sou professor de paleontologia e de geologia geral para biólogos, na licenciatura em geologia, e também de geodiversidade e geoconservação no mestrado de geologia. Do ponto de vista da investigação, eu sou paleontólogo e aí, a minha área mais convencional de intervenção é a dos moluscos gastrópodes, ou seja, dos búzios marinhos, de idade miocénica e pliocénica. Ali desde os vinte milhões de anos até aos dois milhões e meio de anos, podendo chegar à atualidade. Contudo, ao fim de 30 e tal anos a trabalhar nesses temas a dada altura apetece fazer outras coisas. Como sempre tive uma certa apetência para os aspetos da divulgação, que se prendem com o facto de, sendo lisboeta de nascimento, ser almadense de facto, porque já estou sediado aqui em Almada há mais de 50 anos, e na segunda metade dos anos 70 estava ligado a uma associação juvenil chamada Centro de Arqueologia de Almada. Associação juvenil essa que, atualmente é uma verdadeira “associação geriátrica”, porque basicamente continuamos os mesmos. Na altura éramos uma associação que estava catalogada como associação juvenil, hoje está na altura de nos candidatarmos a, enfim, a associação de terceira idade, porque continuamos basicamente os mesmos. Na altura éramos “putos” do liceu, atualmente, enfim, entre doutorados, mestrados, arqueólogos e tudo mais, há as pessoas mais variadas. Mas desde essa altura havia uma forte apetência e um forte gosto, por um lado, pela investigação, orientados, claro, por arqueólogos experientes do Museu de Arqueologia de Setúbal, mas também, com uma forte componente de divulgação, animados um pouco por aquele movimento positivista pós 25 de abril de contribuir para a comunidade. Lembro-me que na altura o nosso mote era “o passado do Homem ao serviço da humanidade”. Portanto, a ideia era usar o conhecimento que se tinha do passado para melhorar a nossa vida na atualidade. Já nessa altura, enquanto miúdos de 17 anos, eu, alguns um pouquinho mais velhinhos, já participávamos, por exemplo, em ações de divulgação nas escolas. Na altura divulgando aquilo que sabíamos, quer dizer, usando slides, não PowerPoint, levando uns quantos fósseis numa caixinha para mostrar às pessoas e aos colegas do ensino secundário. Na altura, a diferença etária entre mim, com 17 anos, e os professores que estavam em início de carreira era bastante mais curta do que hoje em dia seria. Alguns desses professores, por exemplo, apraz-me verificar, como é o caso do colega arqueólogo Amílcar Guerra da FLUL, já são professores catedráticos.

E daí este gosto de divulgar. Por outro lado, achei interessante, há pouco, terem referido o envolvimento dos alunos na geodiversidade que eles encontravam no caminho de casa para a escola e da escola para a casa. Recordo-me que, salvo erro, no filme *Silêncio dos Inocentes*, a personagem do psicopata assassino, Hannibal Lecter, a dada altura dizia que começamos por cobiçar aquilo que vemos todos os dias. E, basicamente, é isso mesmo. Aquilo que vemos todos os dias acaba por ser a motivação das nossas pulsões mais elementares. Como na década de 1990 estava sediado na Rua da Escola Politécnica e tinha que ir apanhar o cacilheiro para Almada, fazia esse percurso a pé, vendo os fósseis nas paredes pelo caminho. E daí, a dada altura surge a ideia, ainda não pensando em termos de geodiversidade, mas de usar estes elementos para fazer algo.

Portanto, é daí que vem um pouquinho essa ideia. E agora, a pouco e pouco, passados 20 e picos anos, já começa a concretizar-se. Ou seja, começamos a ver que, realmente, estes elementos cada vez são mais utilizados. E isso, do meu ponto de vista é positivo, havendo, inclusivamente, já bons guias, como o caso do guia do Helder e do Francisco para Loulé (vide Pereira & Lopes, 2019) e outros guias... O Algarve, nesse aspeto, está a tomar a dianteira... Faro, Lagos, Tavira, editados pelo Centro Ciência Viva de Lagos (vide, por exemplo, Rodrigues & Agostinho, 2016). Guias muito interessantes e muito úteis.

MATERIAL DE SUPORTE:

Poderá assistir a um excerto da mesa-redonda, realizada online, no seguinte link:
<https://youtu.be/9ogyAX4k10E>



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 RECURSOS DIDÁTICO "SIMULAÇÃO INTERATIVA PHET – GASES: INTRODUÇÃO"

SUGGESTION FOR INTEGRATING THE TEACHING RESOURCE " PHET INTERACTIVE SIMULATION - GASES INTRO"

SUGERENCIA PARA INTEGRAR EL RECURSO DIDÁCTICO "SIMULACIÓN INTERACTIVA DE PHET - INTRODUCCIÓN A LOS GASES"

Natália Silva

Escola Secundária José Falcão, Coimbra, Portugal

CIQUP, Unidade de Ensino das Ciências, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 4169-007 Porto, Portugal
natalia.r.silva@gmail.com

1. ENQUADRAMENTO DO RECURSO DIDÁTICO

O artigo pretende destacar algumas das potencialidades da simulação PhET "Gases: Introdução" (Figura 1) que podem ser exploradas pelo professor e pelos alunos do 8.º ano, na componente de Química da disciplina de Físico-Química do ensino básico português, durante o processo de ensino/aprendizagem do conteúdo "Gases".

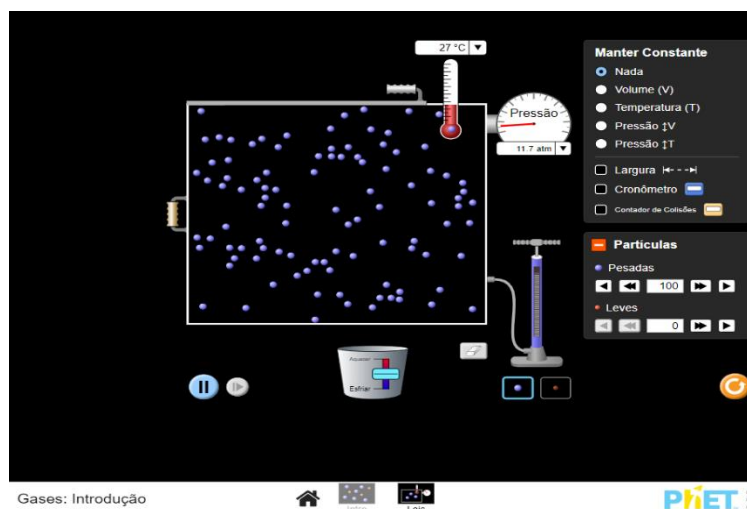


Figura 1 "Gases: Introdução"; Universidade do Colorado Boulder.; https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

O conteúdo está inserido no domínio “Reações Químicas” e subdomínio “Explicação e Representação de Reações Químicas”, com vista a que aluno atinja as aprendizagens: “Verificar, experimentalmente, que a temperatura de um gás, o volume que ocupa e a sua pressão são grandezas que se relacionam entre si, analisando qualitativamente essas relações.” (ME, 2018)

2. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA EDUCATIVA DE INTEGRAÇÃO DO RECURSO

A integração do recurso passou por quatro fases, com a duração total de 100 minutos, segundo a sequência didática.

Fase I. Numa aula laboratorial de 50 minutos, onde a turma está dividida em turnos e cada grupo de três alunos teve acesso a um portátil com ligação à Internet, lançou-se algumas questões-problema relacionadas com o estudo dos gases (Costa, S. et al., 2022; Gomes, A. A. et al., 2022):

A – Por que se devem manter as botijas de gás afastadas de fontes de calor?

B – Por que razão quando comprimimos uma amostra de ar contido numa seringa (com a ponta tapada) sentimos o êmbolo a empurrar a nossa mão no sentido oposto?

C – Por que motivo quando deixamos um balão com ar ao sol, ele aumenta o seu volume? Cada grupo registou a sua opinião numa folha de resposta fornecida pela professora.

Fase II. A professora e cada grupo de alunos acederam ao simulador “PhET – Gases: Introdução” e clicaram na barra horizontal inferior em “Leis”. Através do videoprojetor ligado a um computador com ligação à Internet, a professora explicou a forma de: mudar a temperatura de kelvin para grau Celsius; manter o número de partículas constante; manter constante a pressão do gás ou o volume ou a temperatura; aquecer ou arrefecer o gás; aumentar ou diminuir o volume do recipiente. Também se forneceu um roteiro de exploração que auxiliou os alunos a clicarem nos diferentes comandos da simulação, por forma a replicarem os procedimentos descritos pela professora. Foi ainda possível consolidar a teoria corpuscular da matéria, os conceitos de pressão de um gás, do volume e da temperatura.

Fase III. Através da simulação e com o apoio do roteiro de exploração, solicitou-se que cada grupo criasse três experiências que permitissem estudar os problemas referidos na fase I. Para isso, deveriam: mudar a temperatura para grau Celsius, carregar em “+ partículas” e com a dupla seta colocar 100 partículas; no menu lateral direito deveriam escolher, de acordo com a questão-problema, a grandeza que iriam manter constante (temperatura; volume; pressão $\updownarrow$ V). Os alunos registaram na folha de resposta fornecida as suas observações e conclusões e deram a explicação a cada questão-problema. Compararam as respostas dadas na fase I com as da fase III e verificaram as diferenças.

Fase IV. Na aula seguinte de 50 minutos, com todos os alunos da turma, cada grupo partilhou oralmente as respostas às questões-problema e, em conjunto, verificou-se as relações qualitativas entre a pressão de um gás e a sua temperatura (mantendo o número de partículas e o volume constantes), entre a pressão de um gás e o seu volume (mantendo o número de partículas e a temperatura constantes) e a relação entre o volume de um gás e a sua temperatura (mantendo o número de partículas e a pressão constantes).

3. BALANÇO E SUGESTÕES

Em conteúdos de química, como é o caso do estudo dos gases, é necessário que os alunos tenham algum grau de abstração para compreenderem a ligação entre o comportamento submicroscópico dos corpúsculos e as propriedades macroscópicas observadas nos gases. A simulação “PhET – Gases: introdução” permite fazer essa ponte entre o macroscópico e o submicroscópico e é uma mais-valia no processo de ensino/aprendizagem.

Esta simulação aliada à análise de situações que envolvem gases no quotidiano dos alunos, como as referidas nas questões-problema, foi muito apreciada por estes, como também é evidente em outros estudos que exploraram simulações PhET (Correia et al., 2019) e contribuiu para uma aprendizagem mais significativa, evitando desta forma apenas a memorização das relações qualitativas entre a pressão, o volume e a temperatura de um gás.

Na implementação da atividade, as principais dificuldades dos alunos passam por compreenderem quais as grandezas que devem manter constantes. Por isso, é importante os alunos acompanharem o roteiro de exploração e as orientações do professor ao longo da exploração do recurso.

Relativamente aos meios informáticos, nas escolas onde não há computadores ou *tablets* disponíveis, pode ser pedido aos alunos o portátil e o *router*, disponibilizados gratuitamente pelo Ministério de Educação através do *Programa de Digitalização para as Escolas* (ED, 2022) mediante a requisição do encarregado de educação, para ser utilizado na aula. Também existe a possibilidade de permitir a utilização do *smartphone*, no entanto, a janela de visualização é muito pequena, o que dificulta a interação do aluno na manipulação das variáveis.

Para os docentes que gostariam de utilizar este recurso didático, existe um guia para o professor, “Dicas para professores” (PhET, 2019), com as orientações de exploração da simulação acompanhadas de imagens, que pode ser obtido na versão portuguesa gratuitamente mediante um registo.

REFERÊNCIAS

- Correia, A. P.; Koehler, N., Thompson, A. & Phye, G. (2019). *The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: secondary school students’ perceptions*, Research in Science & Technological Education, 37:2, 193-217, DOI: [10.1080/02635143.2018.1487834](https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1487834)
- Costa, S., Fiolhais, C., Fiolhais, M., Morais, C., & Paiva, J. (2022). *Novo Universo FQ8* – vol.1. Texto Editores. Grupo Leya.
- Escola Digital (2022). Conhecer a Escola Digital. <https://portugaldigital.gov.pt/formar-pessoas-para-o-digital/conhecer-a-escola-digital/>
- Gomes, A. A., Cunha, C. J., & Sousa, S. (2022). *FAQ8 – Reações Químicas*. Areal Editores.
- Ministério da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais – 3.º Ciclo do Ensino Básico|Físico-Química 8.º ano*. <https://www.dge.mec.pt/programas-e-metas-curriculares/fisico-quimica>
- Physics Education Technology Project (PhET) simulation (2019). *Dicas para professores*. <https://phet.colorado.edu/en/simulations/gases-intro/teaching-resources>

CRITICAL REVIEW OF "BECOMING SCIENTIFIC – DEVELOPING SCIENCE ACROSS THE LIFE-COURSE" (2020) FROM SAIMA SALEHJEE & MIKE WATTS

RECENSÃO CRÍTICA DE "TORNAR-SE CIENTÍFICO – DESENVOLVER(-SE) ATRAVÉS DA CIÊNCIA AO LONGO DA VIDA" (2020) DE SAIMA SALEHJEE & MIKE WATTS

RESEÑA CRÍTICA DE "CONVERTIRSE EN CIENTÍFICO - DESARROLLAR LA CIENCIA A LO LARGO DE LA VIDA " (2020) DE SAIMA SALEHJEE & MIKE WATTS

Betina da Silva Lopes

Research Centre on Didactics and Technology in the Education of Trainers (CIDTFF)
Department of Education and Psychology, University of Aveiro, Portugal
blopes@ua.pt

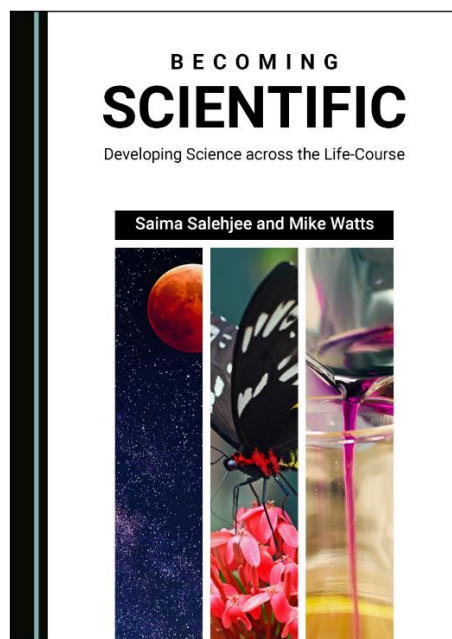


Figure 1 Capa do livro "Becoming scientific: developing science across the Life Course", Saima Salehjee & Mike Watts, 2020".

1. SUMMARY OF THE BOOK AND FEATURES

“Do some people come ‘sciencey-ready flavoured’, or is it possible to ‘science-marinade’ them over time?” (Salehjee & Watts, 2020, p. 2).

This book addresses a long debate with a fresh approach. Why is science and science learning important? How can it be promoted? While the relevance and utility of scientific knowledge in people’s life is commonly approached by focusing on competences and scientific literacy, the authors of this book engage in a wider perspective, embracing an ecological view of science identity, where the emotional dimension of each individual along the person’s life-course is not dismissed. Based on their long experience as science educators, the authors introduce the reader to a complex but comprehensive framework that instigates the problematizing of science education and ultimately to reflect on their personal science learning stories.

The 11 chapters that comprise the book are sustained by an extensive literature review on key concepts such as science capital, science identity, science literacy and complex learning theory. All chapters together orbit around one main goal: to understand why science learning becomes a life-long project for some individuals but not for others.

Embracing the richness and complexity of science education involves recognising that there is no single strategy or recipe to develop science identities. There is, indeed, an infinite number of possibilities, waiting to be tasted.

2. POTENTIAL CONTRIBUTIONS TO SCIENCE, MATHEMATICS AND TECHNOLOGY EDUCATION

The argumentation between the chapters is deeply interconnected, however each chapter is worth reading on its own, making the book an excellent reference for educational purposes such as pre-service or in-service teacher courses.

The two main ingredients that merit acclaim for contributing to science education are:

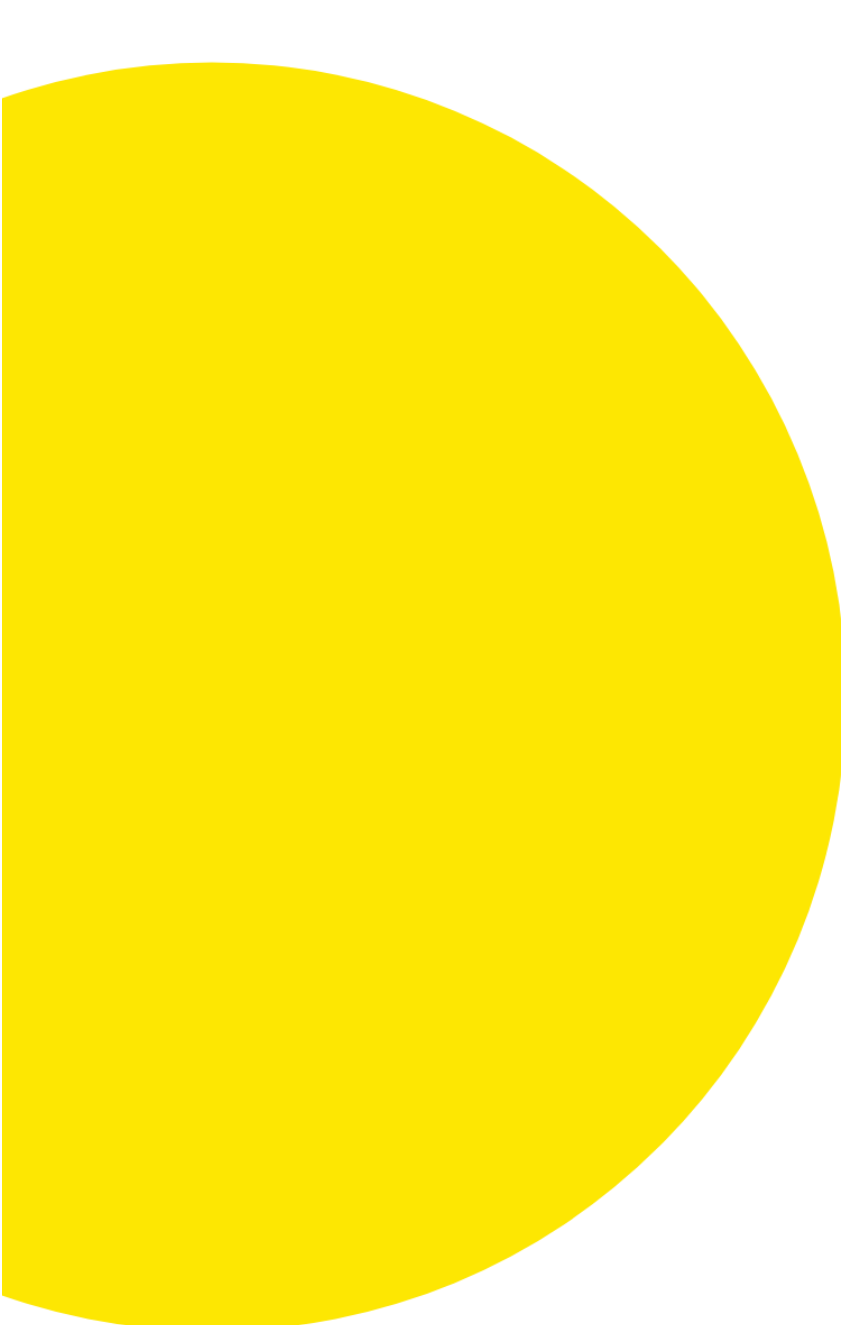
(i) Comprehensive and involving structure: the specific content of each chapter is explored not just in words but also sustained with at least one explanatory scheme. The articulation of text and image as well as the ‘chapter summary’ assists the reader in structuring his/her own thoughts before moving on to the next challenge.

(ii) Humanistic dimension of science (learning): as previously claimed the focus on the importance of science education has been more on its relevance towards competence development and informed citizenship, less on the personal and emotional dimension of the persons that actually can, should or will develop those competences within the frame of his/her life-course. The main contribution of the book lies within the fact that the reader does not have access only to knowledge, but to people. More than 52 personal life-stories (including those by the authors) into or away of science are explored. This means that, on average, every fourth page you get the chance of ‘meeting’ a person and his or her love, hate or complicate relationship with science. These personal stories come from different sides of the globe (Africa, Asia and Europe) sustaining an international perspective of science education which is of crucial importance for each (future) science teacher around the world.

REFERENCES

Salehjee, S. & WATTS, M. (2020). *Becoming Scientific – Developing Science across the life-course: Stories and insights for the journey*. Cambridge Scholars Publishing.

This text corresponds to a shorter version of a review that was written for the publisher Cambridge Scholars. Some excerpts of it are included on their [website](#). The publication of this version of the text was authorized by the publisher. The author would like to acknowledge the constructive feedback of her colleague Valentina Piacentini to the longer version of the text.



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 a atual presidente da direção da Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEDuC. É professora associada e subdiretora do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Atualmente, coordena o projeto GoSTEM, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, e assume a coordenação nacional de três projetos europeus, STEMKey, 3C4Life e ICSEFactory. Integra o Executive Board da International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) e o Consórcio International Centre for STEM. É a coordenadora do Mestrado em Ensino de Física e Química e da Pós-graduação em Educação STEAM.

2. A MINHA VISÃO SOBRE A APEDUC REVISTA E O SEU PAPEL

Desde o seu início, em 2020, que a *APEDuC Revista* tem dado um forte contributo para a consolidação da associação enquanto referência na área da Educação em Ciências. Para tal, abrangendo os contextos científico e profissional, tem vindo a promover a discussão e divulgação da investigação e de práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, assim como a articulação entre ambas. Na verdade, nos últimos quatro anos, a *APEDuC Revista* tem procurado ser uma voz reconhecida, no plano nacional e internacional, pelo que tem existido um forte esforço da equipa editorial para captar o interesse de autores e revisores de diferentes áreas geográficas.

Importa, por isso, dar sequência ao caminho trilhado e procurar ir mais longe, consolidando este reconhecimento. Nesse sentido, propomo-nos: (i) dar continuidade ao trabalho encetado de captação de artigos de elevada qualidade para publicação; (ii) aumentar a visibilidade deste periódico e intensificar a sua divulgação, recorrendo a instrumentos vários, como sejam os canais de comunicação externa da APEDuC (site, redes sociais, etc.) e de associações congéneres, de forma a alcançar públicos diversificados (académico e profissional; nacional e internacional); (iii) dar prosseguimento a ações de integração da revista em plataformas de indexação e diretórios relevantes (e.g., ISI, SCOPUS).

A concretização deste desígnio só é possível com a força do trabalho da equipa editorial da *APEDuC Revista*, que ao longo da sua existência tem provas dadas quanto à sua capacidade e competência para projetar e valorizar este periódico.

Quanto à direção da APEDuC, fica o nosso comprometimento com aquela que é a revista da associação e o apoio para alcançar outros voos!

3. PARA SABER MAIS...

Links:

<https://apeduc.ipcb.pt/>

<https://apeducrevista.utad.pt/>

TEM A PALAVRA... FÁTIMA PAIXÃO

GIVING THE FLOOR TO... FÁTIMA PAIXÃO

TIENE LA PALABRA... FÁTIMA PAIXÃO

1. BREVE BIOGRAFIA

Fátima Paixão é professora coordenadora principal do Instituto Politécnico de Castelo Branco. Tem licenciatura em Física (com estágio pedagógico em Físico-Química), mestrado em Supervisão, doutora em Didática/Ciências e agregação em Didática e Formação. Integrou o grupo que impulsionou e preparou a criação da Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEDuC), tendo sido presidente da comissão instaladora e presidente da Direção de 2018 a 2022. Esteve implicada na criação da *APEDuC Revista*.

2. A MINHA VISÃO SOBRE A APEDUC REVISTA – TEMPO DE BALANÇO

Já parece que muito tempo passou desde a criação da primeira Revista editada em Portugal focada na Educação em Ciências, dedicada a todos os níveis de educação e ensino num alargado leque de ciências (ciências naturais, experimentais, matemática, tecnologia...) e em contextos formais e não formais.

Primeiro, nasceu o Encontro Nacional de Educação em Ciências (ENEC - 1986), depois, constitui-se a Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEDuC), há muito desejada e incentivada (2015 em regime de instalação, e 2018 eleitos os primeiros órgãos sociais), sediada no Instituto Politécnico de Castelo Branco. Daí, se iniciou a *APEDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia* (2019/com o número 1 do volume 1 a surgir em abril de 2020).

Regresso ao início da *APEDuC Revista*, afinal, não muito distante. Posso dizer que ficou, desde logo, bem enraizada e projetada para o presente e futuro e aberta a internacionalização. Do Programa de Ação que foi apresentado para as eleições dos primeiros corpos sociais, com o lema "Dinamizar a APEDuC - Implicar os Associados", constava "Criar uma Revista Científico-Didática eletrónica que venha a colmatar a total ausência no país de uma publicação regular dirigida à Educação em Ciências". Para levar por diante o compromisso assumido, a Direção eleita, da qual fui presidente, e que integrava Filomena Teixeira, Alcina Mendes, Ana Rodrigues e Paulo Silveira, e juntando-se a nós Helena Caldeira, associada honorária que sempre tem incentivado e colaborado na divulgação da Associação, empenhou-se em trazer à luz a Revista prometida.

Não foi fácil nem rápido. Nem sequer na decisão do título... que se queria apelativo à ampla comunidade a que a Revista seria dirigida, e, ainda, evidenciando ligação à APEDuC. Outro aspeto a recordar aqui, depois de se terem delineado pontos orientadores gerais foi, no sentido do lema eleitoral da candidatura da Direção - implicar os associados -, a decisão de envolver um associado ou associada não integrante da Direção. De modo unânime, entendeu-se que o Joaquim Bernardino Lopes garantia um perfil adequado para a árdua tarefa de implementar a Revista da APEDuC, com o papel de Diretor/Editor. A mensagem de e-mail de primeiro contacto que então lhe enviei iniciava assim: “Esta mensagem é para te lançar um desafio, em nome da Direção da APEDuC”, e terminava com “Oxalá aceites o desafio para a podermos lançar [a Revista]”. E, no dia seguinte, Bernardino Lopes aceitou o desafio.

A Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro acolheu bem a APEDuC Revista, envolvendo-se esta instituição no caminho da Associação Portuguesa de Educação em Ciências. O Diretor/Editor, com a confiança e apoio da Direção, conduziu um exigente processo, rodeando-se de uma ampla, diversificada e excelente equipa com presenças nacionais e estrangeiras.

Num tempo *record* foi preparado o número 1 do volume 1, publicado em abril de 2020, ultrapassando as expectativas, quanto a estrutura e organização, e quanto ao interesse e rigor do conteúdo dos textos publicados.

A *APEDuC Revista* aqui está a apresentar o número 1 do volume 4, na regular publicação de dois números por ano e com uma conceção que foi ao encontro do que a (então) Direção ambicionava, revendo, agora, o seu entusiasmo inicial plasmado numa Revista que faz convergir a Investigação, a Prática fundamentada, a Articulação entre Investigação e Práticas, Recensões críticas e Tem a palavra...).

Há novos associados da APEDuC na Direção, incluindo a Presidente Mónica Batista, após a tomada de posse dos segundos corpos sociais eleitos em final do ano de 2022, o que é um bom sinal de vitalidade. A *APEDuC Revista* já se impôs e vai continuar a crescer e a ganhar espaço internacional, sem dúvida.

3. PARA SABER MAIS...

Links:

<https://apeduc.ipcb.pt/>

<https://apeducrevista.utad.pt/>

TEM A PALAVRA... QUATRO JOVENS PROFESSORES DE FÍSICA E QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL

GIVING THE FLOOR TO... FOUR YOUNG PRE-SERVICE PHYSICS AND CHEMISTRY TEACHERS

TIENE LA PALABRA... CUATRO JÓVENES PROFESORES DE FÍSICA Y QUÍMICA EN FORMACIÓN
INICIAL

Joana Alves¹

up202010777@edu.fc.up.pt

Rui Moutinho¹

up201605020@edu.fc.up.pt

Bruna Dias¹

up201707410@edu.fc.up.pt

Francisco Alves¹

up201305456@edu.fc.up.pt

¹Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Nesta edição foram convidados quatro jovens estudantes do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para que, na qualidade de futuros professores em fase de formação inicial, pudessem refletir sobre as motivações, desafios, oportunidades e constrangimentos que vislumbram, na senda da sua opção vocacional pela carreira docente no ensino básico e secundário.

Seguidamente, apresentam-se uma breve biografia de cada um dos quatro professores de Física e Química em formação inicial.

1. BREVE BIOGRAFIA

Joana Alves, 30 anos, e Rui Moutinho, 24 anos – frequentam o 1.º ano do Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico.

Joana Alves nasceu no Porto no ano de 1993. Viveu até aos 18 anos em Vila Nova de Gaia, mudando-se para Braga em 2011 para se formar em Engenharia Biomédica pela Universidade do Minho. Em 2017 prestou provas de Mestrado em Biomecânica, Reabilitação e Biomateriais pela mesma instituição de ensino. Consequentemente, motivada pela área da reabilitação, realizou um estágio profissional numa empresa produtora de produtos ortopédicos e hospitalares, a Orthos XXI. Em 2018, ingressou num programa doutoral, na mesma área de formação, com financiamento por uma bolsa da Fundação para a Ciência e Tecnologia. Teve, ainda, a oportunidade de, no âmbito da sua investigação, trabalhar com uma equipa da Escola Politécnica e Federal de Lausanne, na Suíça, durante 6 meses, entre 2019 e 2020. No ano letivo de 2021/2022,

ingressou no Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Atualmente, vive em Rio Tinto, e é aluna do 1º ano deste mestrado, trabalha num centro de estudos como professora de apoio em sala de estudo e é explicadora particular de Física e Química do 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário.

Rui Moutinho nasceu a 16 de outubro de 1998, filho único de um casal de professores, ambos dentro da área das artes. Apesar deste seu legado, escolheu envergar pelas ciências. Frequentou sempre a escola pública, acabando depois por entrar no curso de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. É também, desde infância, atleta de Hóquei em Patins, tendo se mantido na prática desta modalidade desportiva até aos dias de hoje. Após a conclusão da licenciatura ingressou no mestrado na área do ensino, na mesma instituição, encontrando-se agora no seu primeiro ano deste ciclo.

Bruna Dias, 24 anos, e Francisco Alves, 28 anos – frequentam o 2.º ano do Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico (em fase de estágio pedagógico).

Bruna Dias é oriunda do concelho de Viana do Castelo e nasceu em junho de 1999. Licenciada em Física Tecnológica (atual Engenharia Física) na Universidade do Porto, ingressou em 2021 no Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Tem tido participação ativa no Teatro Universitário do Porto e no Grupo Local de Viana do Castelo da Amnistia Internacional, que coordena atualmente.

Francisco Alves, 26 de julho de 1995. Do Porto, é mestrando de 2.º ano e professor estagiário na Escola Secundária Inês de Castro, em Vila Nova de Gaia. Com formação prévia maioritariamente em física, tendo passado também pelas ciências veterinárias, química e, muito brevemente, sociologia.

2. ENTREVISTA

A entrevista tem sete questões. As questões foram partilhadas, por escrito, com todos os futuros professores e as suas respostas foram igualmente recolhidas por essa via. Para cada uma das questões, apresentam-se as respostas dadas por cada um dos entrevistados.

2.1 O que vos motiva a serem professores de Física e Química?

Joana Alves: Para mim, a motivação prende-se essencialmente com a liberdade de poder ser verdadeiramente eu e poder dar oportunidade à minha criatividade. Não obstante, o que me dá mais prazer é a capacidade de aliar a minha criatividade à ciência e conseguir encontrar formas de trazer a ciência às vidas das crianças e jovens do país. Além disso, sinto que nesta profissão conseguirei, efetivamente, dar contributo para o meu país ajudando a formar os futuros cidadãos e cidadãs de Portugal.

Rui Moutinho: Começando pelos aspetos mais “mundanos”, a carreira de docente parece-me uma opção estável, apesar das dificuldades atuais. Pelo que me foi transmitido, ao contrário do que seria de esperar 30 anos atrás, hoje é mais difícil de arranjar aquilo a que se pode chamar de “profissão para a vida”. Para ser sincero, nem eu próprio sei dizer se o “bichinho” sempre esteve comigo, mas suspeito que sim. Para um jovem em crescimento, o professor é porventura

das profissões com que este mais interage e se familiariza (dentro dos possíveis), duplamente no meu caso, sendo os meus pais eles próprios professores. Posto isto, posso salientar a minha motivação em três pontos principais. Em primeiro lugar está exatamente este certo conforto e intimidade para com a profissão. Para bem ou mal, é única na maneira como a venho a observar já há uns largos anos. Segundo, a minha introspeção pessoal leva-me a concluir que é uma saída adequada para mim, quer pela parte emocional quer na capacidade de me tentar colocar nos pés do aluno, e pensar como ele talvez pense. Finalmente, é a esperança ou talvez seja melhor dizer a fé, de que possa vir a influenciar positivamente alguns membros das gerações futuras. Este último ponto é aquele que penso ser comum a todos os professores, não obstante a sua importância.

Bruna Dias: A minha principal motivação para ser professora de Física e Química é poder contribuir para uma melhor qualidade de vida das pessoas. Acredito que é fundamental promover a literacia científica e a familiarização com o método científico desde cedo, para facilitar a tomada de decisões no quotidiano e o aprofundamento de interesses quer a nível pessoal, quer a nível profissional, ao longo de toda a vida.

Francisco Alves: Honestamente, um gosto por aprender e pelas ciências, físico-químicas em particular. A profissão de professor parece-me aliar a necessidade à oportunidade de continuamente aprofundar os conhecimentos que um tem acerca daquilo e para além daquilo que ensina, sem a expectativa (muitas vezes limitadora) de produzir algo tangível ou mercantilizável.

2.2 Quais os principais constrangimentos que vislumbra nesta vossa opção vocacional?

Joana Alves: Existem dois constrangimentos que vislumbro nesta minha opção: 1) prever o deslocamento e migração para outra zona do país, podendo limitar a minha vida familiar e estabilidade profissional e pessoal, e 2) como futura professora e, primeiramente, professora estagiária, é a capacidade de deter a inteligência emocional necessária para poder gerir uma sala de aula, repleta de pessoas únicas por si só, com as suas personalidades válidas e possíveis problemas pessoais e familiares.

Rui Moutinho: É sempre difícil de criticar questões monetárias porque, apesar de se querer sempre mais, só se nota verdadeiramente a falta de poder de compra quando não se tem. Por agora, não tenho forma de julgar esta vertente. Assim, o que acaba por me preocupar principalmente é a mobilidade necessária e inerente às colocações, e o seu consequente impacto na minha vida. Também me preocupa o quão bem serei capaz de conciliar a vida profissional com a pessoal, especialmente no que toca à gestão de tempo, de forma a poder exercer o meu papel de acordo com as minhas expectativas. Em segundo plano está a progressão na carreira e um certo medo de estagnar, tanto a nível profissional como pessoal.

Bruna Dias: Ironicamente, julgo que o maior constrangimento nesta opção é o preconceito que afeta a identidade profissional docente. Há uma ideia generalizada de que ensinar, sobretudo na área das ciências, se trata apenas de uma transmissão de conhecimentos e de que basta dominar esses conhecimentos para ser professor. Ou seja, há toda uma negligência dos aspetos sociais e éticos envolvidos. Isto traduz-se, a nível institucional, na falta de incentivo para o desenvolvimento de competências socio-emocionais e de comunicação dos professores e alunos, sendo estes aspetos dados como triviais ou mesmo inatos, e na ausência preocupante de

questionamento das intenções educativas, que se tornam carentes de atualização. Criou-se um fosso tão grande entre o que o sistema educativo oferece e as necessidades da população, que não admira que a profissão do professor tenha saído descredibilizada. A partir do momento em que a escola é vista como uma obrigação em vez de um direito, falhamos em algum lugar. Por isso, acredito que o maior constrangimento será lutar contra o atual estereótipo da Escola e do professor e do que, de acordo com isso, deles é esperado no quotidiano.

Francisco Alves: Neste momento, bem acima de todos os outros, os preços dolorosos da habitação, particularmente nos lugares onde a necessidade de professores (e, portanto, a quantidade de lugares) será maior.

2.3 Como futuros profissionais, qual o contributo que esperam dar para a melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos no contexto português?

Joana Alves: Espero conseguir dar um contributo para a qualidade das aprendizagens trazendo “à tona” a minha criatividade e conciliar esta minha competência com as aprendizagens das áreas da Física e da Química. Outro contributo que espero dar é poder trazer para as salas de aula portuguesas, uma aula dinâmica, experimental, prática e adaptada à sociedade em que atualmente vivemos, que cada aula possa ser uma interdependência ou simbiose entre alunos-professor-comunidade escolar.

Rui Moutinho: Existe atualmente um forte movimento a favor de um ensino mais ativo, que se distancia do ensino somente por transmissão ao colocar-se centrado no aluno. Este tipo de metodologia tem como uma das consequências a diferenciação dos meios e recursos explorados nas aulas, o que se traduz num maior desafio para o professor, quer na gestão destes elementos quer no processo de lecionação em si. Levando também em consideração o panorama atual da Escola portuguesa, penso que cabe a nós, futuros professores, contribuir para aumentar os níveis de implementação com sucesso desta metodologia.

Bruna Dias: Espero contribuir para que as aprendizagens dos alunos sejam mais, mas muito mais, empoderadoras do que são atualmente. Para tal, tenciono personalizar as aulas, sempre que possível, atendendo às suas sugestões, procurando criar contextos interdisciplinares e atividades que vão de encontro àquilo que os cativa num dado momento. Para isso, eu própria terei de me ir atualizando e aprendendo com eles. Quero que os alunos, tal como eu, cheguem ao final do ano orgulhosos do que aprenderam e com curiosidade para aprender ainda mais.

Francisco Alves: Principalmente, a criação e/ou manutenção de espaços democráticos, dentro e fora da sala de aula, que incitem o questionamento (científico, do que ouvimos, lemos e da natureza), que enfatizem o afetivo e tendencialmente permeáveis à comunidade.

2.4 Que projeto(s) educativo(s) gostariam de implementar?

Joana Alves: Projetos, essencialmente, mais experimentais e práticos. Penso que os métodos POE (previsão-observação-explicação) ou *peer review* são um excelente ativo para qualquer sala de aula e qualquer disciplina. Acredito que clubes de ciência são igualmente projetos que devem ser considerados em todas as escolas, ou, se possível, alocar 1h nas aulas científico-tecnológicas para projetos que os alunos possam desenvolver em grupo, ou individualmente, mas que vão além das aprendizagens essenciais. Ou seja, o objetivo seria um contacto mais direto com os fenómenos naturais do nosso Mundo.

Rui Moutinho: A minha resposta a esta pergunta vai muito de encontro ao que mencionei na questão anterior. Numa nota adicional, penso que, não obstante o meu desejo de proporcionar aos alunos as melhores condições possíveis para a sua aprendizagem, vão inevitavelmente ocorrer situações onde tal não será possível. Além de que, certamente estes irão futuramente encontrar obstáculos que lhes são adversos. Pelo que, apesar de pretender facilitar o mais possível a sua aprendizagem, não nego a possibilidade de colocar pontualmente um ou outro desafio no intuito de desenvolver as suas competências e beneficiá-los a longo prazo.

Bruna Dias: Neste momento, gostava muito de implementar um projeto, juntamente com colegas da Educação Física, que envolvesse jogos de equipa fora da sala de aula. Desenvolver uma espécie de um circuito que concilie atividades físicas com desafios de ciência. Sou muito adepta de todo o tipo de estratégias que promovem a articulação entre o corpo e a mente. Aliás, é por isso que o meu relatório de estágio se foca na Pedagogia Baseada em Drama no ensino da Astronomia.

Francisco Alves: Penso não saber ainda definir um projeto educativo, ainda para mais sem ser para a realidade de uma escola específica. Dentro da sala de aula, algo centrado em modelos construtivistas, humanista e experimentalistas. Fora da sala, e apenas de acordo com interesse de docentes e/ou estudantes, clubes e espaços de exploração, prática e teórica, debate e lazer. A nível da gestão de escola, órgãos, no mínimo, representativos dos diferentes grupos que contribuem para o funcionamento da escola (assistentes operacionais, técnicos, estudantes, professores, etc.) com poder deliberativo e, idealmente, alguma experiência com regimes de democracia direta ou semidirecta.

2.5 O que consideram que deveria ser modificado (enquadramento institucional, recursos, carreira, etc.) para que o papel do professor seja ainda mais impactante e valorizado?

Joana Alves: Qualquer trabalho tem direito à sua valorização e importância. Porém, existem profissões, das quais a sociedade depende totalmente, e, neste caso, a sociedade depende de um grupo educacional de qualidade e bem formado. Portugal está a perder imensos jovens, bons alunos, que têm interesse em seguir a área científico-educacional, apenas não o fazem devido à precariedade da profissão: salários baixos comparativamente com a carga de trabalho que a profissão exige, migração, horários parciais, e estagnação de carreira. Assim sendo, algo que deveria ser modificado seria o salário. Aumentar o salário do professor, aliciava os jovens a concorrerem a áreas científicas como Física ou Química (para o caso de professores de FQ do ensino obrigatório), jovens esses que já tinham intenção de exercer a profissão e apenas não o fazem devido às condições precárias. Consequentemente, a média de entrada nos cursos iria subir, o que levaria a um aumento da média de entrada no Mestrado para a via de ensino. A seleção teria de ser mais rigorosa, e filtrada, uma vez que o número de vagas era limitado e o número de concorrentes superior (algo que não acontece atualmente). Assim, garantíamos a formação de professores de qualidade. Por outro lado, acredito que ações de sensibilização para pais e sociedade em geral, sobre o papel do professor e a importância da Ciência e de uma formação focada no bem-estar da criança e jovem em ambiente escolar, seja igualmente importante e fundamental.

Rui Moutinho: Antes de mais, deve-se resolver a situação referente ao congelamento da carreira docente, caso contrário não será possível desassociar o professor da sua posição de precariedade. Posto isto, é importante salientar a forma como as mudanças no paradigma social

da educação, não só em meio escolar, como familiar, vêm a afetar o papel do professor. Atualmente, o professor é obrigado a responder perante muita gente, desde órgãos de gestão escolar, os próprios colegas de trabalho e também os encarregados de educação, entre outros. Em particular desde os últimos decretos-lei, houve um acréscimo na responsabilidade do professor perante o sucesso escolar. No entanto, não se pode dizer o mesmo da sua autoridade (num bom sentido). Tornar o papel do professor mais impactante e valorizado passa, a meu ver, por valorizar sobretudo o peso da sua posição. Se o que se pretende é promover a flexibilidade curricular e diversificação dos objetos de avaliação, então deve-se certificar que o professor tenha tempo e meios de os implementar devidamente. De momento, considero que as medidas neste sentido, apesar de existirem, não são suficientes.

Bruna Dias: Na sequência dos constrangimentos que já referi, julgo que a valorização do papel do professor pode advir própria formação que lhe é disponibilizada. Na área das ciências, julgo que o mestrado de acesso à profissão deveria ter uma ênfase muito maior na componente pedagógica propriamente dita, assim como um currículo mais atualizado aos dias de hoje (com ofertas de unidades curriculares na área da multimédia, das tecnologias da informação, ou em outras articulações transdisciplinares). Além disso, acho absurdos os custos que são praticados em algumas formações de professores, que, a meu ver, as instituições de ensino superior públicas deviam oferecer gratuitamente. As próprias universidades deveriam ter uma relação muito mais íntima e respeitosa para com os professores não universitários. Não existe fundamento nenhum para se valorizar mais um professor universitário do que um professor dos ensinos básico e secundário. Estão sujeitos a diferentes exigências e responsabilidades. O que me remete para as questões salariais. Acho a disparidade salarial entre professores universitários e não universitários injustificada. Em relação à carreira destes últimos, sou da opinião pouco popular de que a carreira já não faz grande sentido nos dias de hoje, em que as pessoas já não ambicionam de ficar no mesmo emprego a vida toda, muito menos motivadas só por expectativas de um eventual salário crescente. Considero ainda que a discrepância salarial entre o início e o topo da carreira docente deveria ser reduzida ao máximo, pois cria diferenças salariais enormes entre pessoas que, na prática, estão a exercer as mesmas funções. No entanto, sou a favor do pagamento de complementos que valorizem a experiência profissional, quando acompanhada de uma avaliação imparcial, e da adoção de responsabilidades acrescidas (orientação de estágios profissionais, implementação de projetos externos, etc...). Acho que assim, não só o salário seria mais justo entre colegas, como mais pessoas seriam incentivadas a entrar (e sair quando necessário) da carreira ao longo da vida. Em relação à aquisição de outras habilitações, acho que, mais do que “anos de carreira”, o incentivo deve passar por melhorar as condições para as adquirir (respeitando o estatuto do trabalhador-estudante), pela maior oferta das mesmas em pós-laboral, e, ainda, pela não compartimentação das áreas de estudo por grupos de recrutamento. Considero que, sendo professora de física e química, a minha prática pedagógica pode ser muito mais beneficiada por um mestrado em design ou ciências da comunicação do que por um mestrado em física teórica. Também não entendo porque é que um colega da educação visual não há de beneficiar de um mestrado em história e filosofia das ciências. Estamos na era dos cruzamentos disciplinares, mas onde está o incentivo para os professores o percorrerem?

Francisco Alves: São muitas as reivindicações dos professores em que me revejo. No entanto, e especialmente para nós, (futuros) professores em início de carreira, o recurso à habitação destaca-se. Precariedade e salários que desaparecem em deslocamento e arrendamento não são conducentes a bons profissionais nem à fixação de professores nas

escolas, para que possam desenvolver laços e um projeto educativo duradouro e estruturado com a comunidade. Vejo respostas específicas ao alojamento de professores deslocados, como o alargamento do parque público habitacional em geral, não só como conducentes a uma melhoria significativa da qualidade de vida da classe docente (e, portanto, à sua capacidade e prestação dentro e fora da sala de aula), mas também como um incentivo real a jovens qualificados e motivados. Se um jovem recém-professor até nem se importa de brincar de nómada nos primeiros anos da carreira, a verdade é que as condições de habitação em Portugal comportam uma verdadeira barreira mesmo para os mais motivados.

2.6 Que recomendação dariam a um(a) jovem que estivesse a equacionar optar pela carreira docente?

Joana Alves: Que acima de tudo seguisse a sua paixão, independentemente das circunstâncias económicas e políticas da profissão, salvaguardando, contudo, a disponibilidade pessoal, profissional e familiar para seguir a via educacional. Recomendava, ainda, que se valorizasse e procurasse sempre por conhecimento de qualidade, sendo honesto e verdadeiro com as suas próprias fragilidades, por forma a poder superá-las. Por outro lado, recomendava-lhe que, caso estivesse com dúvidas, tomasse um tempo para trabalhar em salas de estudo ou como explicador privado por forma a tentar sondar se de facto a sua “equação” correspondia à realidade ou apenas uma impossibilidade imaginada.

Rui Moutinho: Ser professor é muito mais do que dar aulas. É importante informar-se acerca do que realmente é o papel do professor, dentro e fora da sala de aula.

Bruna Dias: Recomendaria que não desse ouvidos às pessoas que já estão cansadas. É importante sermos realistas quanto ao estado atual da educação, mas não podemos deixar que isso nos impeça de imaginar e de lutar por melhores cenários. Alguém tem de aparecer e de ter a coragem de fazer diferente, de trilhar novos caminhos... e os jovens têm uma energia e uma disposição para isso que deve ser valorizada.

Francisco Alves: Avisos primeiro, o mestrado consiste, à data, de: um primeiro ano, largamente teórico e sem ligação direta com escolas nem estudantes; um segundo ano, de estágio em escola, mas não remunerado e sem a responsabilidade/o direito a turma própria. Adicionalmente, por questões de desfasamento de datas (ou talvez melhor, por falta de vontade para abrir um regime excecional), o acesso a concurso nacional não é aberto a professores recém-formados no seu ano de conclusão de curso. O primeiro acesso à carreira, para quem tencione trabalhar na Escola pública, faz-se concorrendo às vagas que vão aparecendo apenas a partir do início do ano letivo. Por outro lado, numa nota mais positiva e não menos genuína, neste caminho que faço para a carreira docente não só aprendi e me apropriei de modelos e técnicas indispensáveis (como o triângulo de Johnstone e as POE de Gunstone) para um processo de ensino-aprendizagem mais científico e democrático, como aprofundei a minha ética de trabalho e as minhas convicções e valores junto de professores e colegas (hoje, camaradas e amigos) apaixonados e apaixonantes. Sempre gostei de ensinar e de aprender, mas, apesar das dores de cabeça, e mais do que esperava, esta jornada tem-me várias vezes redobrado o interesse e o gosto pelo que faço e farei, profissionalmente, daqui a uns pouquinhos meses.

2.7 Algum acrescento ou observação que desejem fazer?

Joana Alves: Portugal encontra-se neste momento no pico da renovação do quadro docente. Neste momento, a maioria das escolas tem um quadro de docentes com uma média de cerca de 50 anos de idade. É urgente renovar as escolas com professores jovens, dinâmicos, com vontade de trabalhar e de fazer atividades criativas com os alunos, dando liberdade e tempo a estes, permitindo que sejam quem eles são: seres energéticos, curiosos, inquietos, de mente aberta e perspicazes. Só podemos começar a renovar as escolas se mudarmos o paradigma da Educação atual, se mudarmos o que acontece nas salas de aula para algo mais dinâmico e focado no aluno, se começarmos a contratar mais professores jovens e se estimularmos os alunos, na fase final da sua escolaridade obrigatória, a seguirem a profissão de docente. Tudo isto seria possível com medidas políticas, económicas e sociais adequadas e contextualizadas.

Rui Moutinho: Sinto-me obrigado a dar um “mea culpa” devido à minha inexperiência. Muita da informação que possuo é em segunda mão, pelo que as minhas opiniões refletem também a visão daqueles com que me relaciono. Isto não significa que não tenha passado uma mensagem pessoal, mas que esta pode por vezes parecer um bocado mais vaga, especialmente em algumas das questões, visto não me sentir confiante em especificar mais acerca do assunto sem ter a devida experiência pessoal.

Bruna Dias: Acho que já disse o suficiente. Resta-me apenas desejar boa sorte a todos e todas os que tencionam ser profissionais da educação neste momento, assim como a toda a gente que já o é. Enfrentamos tempos complexos, mas estou confiante de que as coisas mudarão para melhor. Tenhamos coragem para nos reinventarmos: esse é o desafio mais belo da nossa profissão.

Francisco Alves: Já tendo escrito mais do que *q.b.*, desejo a todos os futuros professores e curiosos, a melhor das sortes nas suas jornadas, individuais e coletivas!

TEM A PALAVRA... FÁTIMA REGINA JORGE

GIVING THE FLOOR TO... FÁTIMA REGINA JORGE

TIENE LA PALABRA... FÁTIMA REGINA JORGE

1. BREVE BIOGRAFIA

Fátima Regina Jorge é doutora em Didática, mestre em Educação e licenciada em Matemática (ramo ensino). É professora no Instituto Politécnico de Castelo Branco, desenvolvendo atividades de investigação na área da Didática e Formação de Professores e Educadores com foco, em particular, em abordagens integradas/interdisciplinares e na interação entre contextos de educação formal e não formal. Atualmente é coordenadora do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico.

2. PARA A (ESSENCIAL) APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE MASSA NO 1.º CEB – SUGESTÃO

Na sequência da reunião, em 25 de junho de 2021, de auscultação pelo Ministério da Educação, de sugestões relativamente ao documento “Novas Aprendizagens Essenciais de Matemática do Ensino Básico” (AEMEB), em que participámos em representação do Instituto Politécnico de Castelo Branco e na qual foram solicitados contributos para melhoria, enviámos uma proposta que consideramos ser relevante. Enquadra-se, esta, no tema da Medida e na abordagem à grandeza física massa.

Uma vez que não obtivemos qualquer eco da mensagem enviada pelo endereço de email disponibilizado para posterior envio de contributos, tomamos aqui a palavra e damos a conhecer a nossa sugestão de alteração nas “ações estratégicas de ensino do professor” com vista à construção de AE pelos alunos, e abrimos à discussão a nossa proposta.

Tal como em outras grandezas (e.g., comprimento, área ou volume), a abordagem didática da grandeza massa deve proporcionar ao aluno a oportunidade de a perceber como um atributo (mensurável) dos objetos físicos, isolando-a de outros atributos, e realizando comparações. Nesse sentido, importa que as ações estratégicas de ensino do professor sublinhem a percepção da grandeza como uma etapa essencial à sua concetualização e prévia à medição. Nesta etapa não deveria haver lugar a quantificações. Deste modo, a iniciação e o desenvolvimento do conceito de massa de um objeto deveria apoiar-se na utilização de balanças de braços iguais, por este instrumento favorecer a compreensão das massas relativas e reforçar o conceito de igualdade de massas. Ora, utilizar a balança digital como o instrumento de partida

para a exploração desta grandeza, tal como sugerido nas AEMEB para o 3.º ano de escolaridade, põe a tónica na quantificação e na comparação e ordenação de números, obstaculizando a construção e a compreensão da noção de massa.

Acresce referir que as AEMEB persistem no uso de uma linguagem ambígua que confunde os conceitos de massa e peso. É o que acontece, por exemplo, quando se usa o verbo “pesar” com o significado de operação de “determinar a massa” de um objeto com recurso à balança. Para evitar a formação de conceções erróneas, muito difíceis de ultrapassar mesmo quando os alunos trabalham os dois conceitos em Físico-Química, impõe-se que a linguagem usada nos primeiros anos seja coerente com a grandeza e com a operação a realizar para a sua quantificação. Assim, em vez de pesar/pesagem, que se deve associar unicamente à grandeza “peso”, os documentos curriculares de matemática deveriam usar, respetivamente, medir a massa/medição de massa (a exemplo do que se faz com outras grandezas: medir o comprimento/medição do comprimento; medir o tempo/medição do tempo), pois a grandeza trabalhada no 1.º Ciclo é exclusivamente a massa.

Para a promoção dos objetivos de aprendizagem definidos nas AE, as indicações metodológicas e/ou os exemplos de abordagem à grandeza massa, incluídas nas ações estratégicas de ensino do professor, necessitariam, em nossa opinião, de: a) contemplar a etapa de pré-medição com recurso a balanças de braços iguais e a questões-problema com significado para a criança; b) evitar o uso de terminologia relacionada com a medição do peso de um corpo.

Sugerimos, então, que as ações estratégicas de ensino do professor (AEE) incluídas nas Aprendizagens Essenciais de Matemática do 3.º ano de escolaridade¹ (Direção Geral de Educação (DGE), 2021, p. 45) considerem as propostas apresentadas no quadro, em *itálico*.

Onde está ...	Sugerimos que esteja...
AEE: Proporcionar aos alunos a realização de experiências de conservação da massa de objetos independentemente da forma que possam adquirir [Exemplo: ... Cada grupo recebe uma igual porção de plasticina ou barro, pesa-a numa balança digital, e constrói um objeto à sua escolha. Os diferentes grupos trocam os objetos moldados, estimam a sua massa e de seguida, pesam o objeto recebido na balança digital, confirmando que a massa se manteve].	Cada grupo recebe uma igual porção de plasticina ou barro <i>e compara as respetivas massas com recurso a uma balança de braços iguais. O professor poderá formular a questão-problema: “Se alterarmos a forma da porção de plasticina, as massas mantêm-se?”. Os alunos registam a sua previsão e moldam um objeto à sua escolha. Os diferentes grupos trocam os objetos moldados e, de seguida, comparam, na balança de braços iguais, as massas de pares de objetos recebidos, confirmando ou refutando as suas previsões e concluindo que a massa se manteve</i>].
AEE: Relacionar a medição da massa com o pesar.	- <i>Relacionar a medição da massa com a necessidade de quantificação.</i>
AEE: Propor a realização de pesagens de embalagens diversas, usando o quilograma e o grama como unidades de medida.	- <i>Propor situações que envolvam a medição da massa utilizando unidades de medida não convencionais.</i> Propor a realização da <i>determinação de massas</i> de embalagens diversas, usando o quilograma e o grama como unidades de medida.

¹DGE (2021). Aprendizagens Essenciais de Matemática. 3.º ano | 1.º Ciclo do Ensino Básico. Ministério da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/1_ciclo/ae_mat_3.o_ano.pdf

VOLUME 4 | NÚMERO 1

ABRIL 2023

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

