

VOLUME 3 | NÚMERO 2

NOVEMBRO 2022

Revista
APEduC
Journal

INVESTIGAÇÃO E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

RESEARCH AND PRACTICES IN SCIENCE,
MATHEMATICS AND TECHNOLOGY EDUCATION

ISSN: 2184-7436

FT

EDITOR | DIRETOR

J. Bernardino Lopes

EDITORES ASSISTENTES | ASSISTANT EDITORS

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

EDITOR CONVIDADO | GUEST EDITOR

Eric Flores-Medrano

Mais informação:

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

EDIÇÃO | EDITION

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

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

A gestão dos artigos é feita através da plataforma OJS.

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

Mais informação:

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

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

Contacto: apeduc revista@gmail.com

CAPA, PAGINAÇÃO E APOIO À GESTÃO EDITORIAL

Patrícia Pessoa

ISSN: 2184-7436

CONSELHO EDITORIAL | EDITORIAL BOARD

Agustin Adúriz Bravo, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Álvaro Folhas, Escola Secundária Marques Castilho, Portugal

António Cachapuz, Universidade de Aveiro, Portugal

Baohui Zhang, Shaanxi Normal University, China

Ben Akpan, Science Teachers Association of Nigeria, Nigeria

Carlos Fiolhais, Universidade de Coimbra, Portugal

Cecília Galvão, Universidade de Lisboa, Portugal

Chatree Faikhamta, Kasetsart University, Thailand

Christian Buty, Université de Lion, France

Clara Alvarado Zamorano, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

Digna Couso, Universitat Autònoma de Barcelona, Spain

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

Emmanuel Mushayikwa, University of the Witwatersrand, South Africa

Fernanda Ledesma, Escola Secundária D. João II, Portugal

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

Isabel P. Martins, Universidade de Aveiro, Portugal

Jaime Carvalho e Silva, Universidade de Coimbra, Portugal

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

João Filipe Matos, Universidade de Lisboa, Portugal

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

Laurinda Sousa Ferreira Leite, Universidade do Minho, Portugal

Leonel Morgado, Universidade Aberta, Portugal

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

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

Maria João Fonseca, Universidade do Porto, Portugal

Maria Odete Valente, Universidade de Lisboa, Portugal

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

Núria Climent, Universidad de Huelva, Spain

Pedro Membiela, Universidade de Vigo, Spain

Regina Gouveia, Professora aposentada e escritora, Portugal

Salette Linhares Queiroz, Universidade de São Paulo, Brazil

Suzani Cassiani, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil

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



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



PERIODICIDADE

FREQUENCY

PERIODICIDAD

Publica dois números por ano:

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

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

Publish two issues per year:

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

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

Publica dos números al año:

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

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

ÍNDICE

TABLE OF CONTENTS

TABLA DE CONTENIDOS

Editorial	6
Secção 1 - Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia	
Section 1 - Research in Science, Mathematics and Technology Education	
Sección 1 - Investigación en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología	
<hr/>	
<i>Leaving no one behind: active learning reduces academic gaps in a university introductory biology course in Colombia</i>	
Não deixando ninguém para trás: aprendizagem activa reduz as lacunas académicas num curso universitário de introdução à biologia na Colômbia	
Nadie se queda atrás: el aprendizaje activo reduce las brechas académicas en un curso universitario de introducción a la biología en Colombia	
Héctor Campos Mosos & Gonzalo Peñaloza	12
<i>Estruturas cognitivas e concepções alternativas sobre energia: estudo preliminar em futuros professores do 1º CEB</i>	
Cognitive structures and alternative conceptions about energy: preliminary study in future primary school teachers	
Estructuras cognitivas y concepciones alternativas sobre la energía: un estudio preliminar en futuros docentes de primaria	
Ana Maia Fernandes & Sandra Soares	31
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	
<hr/>	
<i>Hablando del modelo cinético-molecular con un refresco de cola</i>	
Falando sobre o modelo cinético-molecular com um refresco de cola	
Talking about the kinetic-molecular model with a coke	
Ramon Cid Manzano & Isaac Valiña Lema	45
<i>Exoplanetas e suas criaturas: uma proposta de trabalho STEAM para a formação inicial de professores</i>	
Exoplanets and their creatures: a STEAM activity for pre-service teacher education	
Exoplanetas y sus criaturas: una propuesta de trabajo STEAM para la formación inicial del profesorado	
Bento Cavadas & Clara Brito	55
<i>Taller para desarrollar conocimiento emocional en docentes de matemáticas</i>	
Workshop para desenvolver o conhecimento emocional dos professores de matemática	
Workshop to develop emotional knowledge in mathematics teachers	
María S. García González	71

<i>Educación para la ciudadanía en el eje de geometría: el derecho a la vivienda digna en la práctica docente</i>	
Educação para a cidadania no eixo da geometria: o direito a uma habitação condigna na prática docente	
Education for citizenship in the axis of geometry: the right to a decent housing in teaching practice	
Sergio Toro Ramírez, Noemí Pizarro Contreras & Rocío Guede-Cid	88
<i>El uso de representaciones y de problemas para la adquisición del conocimiento didáctico matemático de fracciones en la formación de maestros</i>	
A utilização de representações e problemas para a aquisição de conhecimentos matemáticos didáticos sobre frações na formação de professores	
The use of representations and problems for the acquisition of mathematical didactic knowledge on fractions in teacher education	
Eric Flores-Medrano, Dinazar Isabel Escudero-Ávila & Miriam Méndez Coca	98
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	114
<hr/>	
<i>A voz de investigadores e professores sobre a articulação entre a investigação e as práticas de ensino em educação em ciência</i>	
The voice of researchers and teachers on the articulation between research and teaching practices in science education	
La voz de investigadores y docentes sobre la articulación entre investigación y prácticas docentes en la educación en ciencias	
Mónica Baptista, Ana Edite Cunha, Hugo Vieira, José Luís Araújo, Carla Morais & J. Bernardino Lopes	116
<i>Educação em ciências e ambiente entre o passado e o presente: debates a partir de uma pesquisa historiográfica</i>	
Education in science and environment between the past and the present: debates based on historiographical research	
La educación científica y el medio ambiente entre el pasado y el presente: debates a partir de la investigación histórica	
Roberth De-Carvalho, Marinilde Tadeu Karat, Dionia Eli Dorneles & Patrícia Montanari Giraldi	130
Secção 4 – Recensões Críticas	
Section 4 – Critical Reviews	
Sección 4 – Reseñas Críticas	141
<hr/>	
<i>Recensão Crítica de “Como se transforma ar em pão?” (2021) de Nuno Maulide e Tanja Traxler</i>	
Critical Review of “How to turn air into bread?” (2021) from Nuno Maulide and Tanja Traxler	
Reseña Crítica de “Como convertir al aire em pan?” (2021) por Nuno Maulide y Tanja Traxler	
João Paiva	143

<p><i>Recensão Crítica de “Porque confiar na Ciência?” (2021) de Naomi Oreskes</i> Critical Review of “Why trust Science?” (2019) Naomi Oreskes Reseña Crítica de “¿Por qué confiar en la Ciencia?” (2022) de Naomi Oreskes Vera Novais</p>	145
<p><i>Reseña Crítica de “Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Recursos didácticos para el profesorado” (2022) de Ángel Ezquerro, Remo Fernández-Carro, José Eduardo Vílchez y José Miguel Vílchez-González</i> Recensão Crítica de “Aprendendo a procurar a ciência na sociedade. Recursos didáticos para professores” (2022) de Ángel Ezquerro, Remo Fernández-Carro, José Eduardo Vílchez e José Miguel Vílchez-González Critical Review of “Learning to look for science in society. Teaching resources for teachers” (2022) by Ángel Ezquerro, Remo Fernández-Carro, José Eduardo Vílchez and José Miguel Vílchez-González Miriam Méndez Coca</p>	147
<p>Secção 5 – Tem a palavra... Section 5 – Giving the floor... Sección 5 – Tiene la palabra...</p> <hr/>	149
<p><i>Tiene la palabra... Angélica Martínez-Zarzuelo</i> Tem a palavra... Angélica Martínez-Zarzuelo Giving the floor to... Angélica Martínez-Zarzuelo</p>	151
<p><i>Tem a palavra... Henrique Leal</i> Giving the floor to... Henrique Leal Tiene la palabra... Henrique Leal</p>	153

EDITORIAL

Eis o número 2 do volume 3 da **APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education!**

A **APEduC Revista** prossegue o seu trabalho de incentivar e valorizar a boa investigação e as boas práticas educativas em educação em ciências, matemática e tecnologia que se fazem internacionalmente, dando destaque ao universo dos falantes de português e castelhano. É uma tarefa de acolher, estimular, reconhecer e dignificar a investigação e as práticas de qualidade que se efetivaram na Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia em diversos pontos do globo. A equipa editorial da **APEduC Revista** orgulha-se deste empreendimento.

Os manuscritos publicados na Secção 1 são relativos a trabalhos de investigação. Os manuscritos publicados na Secção 2 dizem respeito a práticas educativas em ciências, matemática e tecnologia devidamente fundamentadas. Em ambas as Secções os manuscritos publicados passaram pelo mesmo escrutínio: um criterioso processo de avaliação editorial suportado por uma revisão por pares, duplamente cega.

A **APEduC Revista** afirma, mais uma vez, a necessidade imperiosa de colocar em diálogo a investigação e a prática educativa. Ambas as vertentes, investigação e práticas educativas em ciências, matemática e tecnologia, desafiam-se mutuamente e ambas reforçam a qualidade da Educação em Ciências, Matemática E Tecnologia. É o que está patente na Secção 3 deste número da **APEduC Revista**.

Here is the number 2 of volume 3 of **APEduC Revista – Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal – Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education!**

The **APEduC Journal** continues its work to encourage and value good research and good educational practices in science, mathematics and technology education that are made internationally, highlighting the universe of Portuguese and Spanish speakers. It is a task of welcoming, stimulating, recognizing and dignifying the research and quality practices that have been carried out in Science, Mathematics and Technology Education in various parts of the globe. The editorial team of **APEduC Journal** is proud of this undertaking.

The manuscripts published in Section 1 are related to research work. The manuscripts published in Section 2 are concerned dully substantiated educational practices in science, mathematics and technology. In both Sections the published manuscripts have passed the same scrutiny: a careful editorial evaluation process supported by a double-blind peer review.

APEduC Journal affirms, once again, the imperative need to put research and educational practice in dialogue. Both aspects, research and educational practice in science, mathematics and technology, challenge each other and both reinforce the quality of Education in Science, Mathematics and Technology. This is what is evident in Section 3 of this issue of **APEduC Journal**.

A partir deste número a **APeDuC Revista** avança com uma política sistemática de ter em cada número um Editor Convidado, variando a origem geográfica e área científica de cada um, com a intenção de complementar o trabalho editorial desenvolvido e de reforçar a qualidade dos manuscritos publicados. Assim, neste número temos como Editor Convidado o investigador colombiano Eric Fores Medrano, que tem colaborado com a Universidad Complutense de Madrid. Tem trabalhado e publicado sobre os conhecimentos matemáticos para o ensino e o desenvolvimento profissional dos professores. Foi responsável pela edição de três dos artigos publicados na Secção 2.

Neste número *destaca-se*:

Na Secção 1, Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são publicados dois artigos, um de autores portugueses e outro de autores oriundos do México e da Colômbia.

No primeiro artigo analisa-se as estruturas cognitivas e concepções alternativas de futuros professores do 1º CEB relativamente ao conceito de energia dado o seu carácter abstrato e transdisciplinar. Este conceito é abordado indiretamente nas aprendizagens do 1º CEB. No segundo estudo apresenta-se e discute-se os resultados de uma avaliação do impacto da aprendizagem ativa num curso de biologia geral no desempenho académico dos alunos, nas suas diferenças no nível dos seus conhecimentos, e no grau de aceitação dos cursos ministrados numa universidade da Colômbia.

Na Secção 2, Relatos de Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, são publicados cinco artigos de autores de Chile, Colômbia, Espanha, México e Portugal, três deles sob a responsabilidade do nosso Editor Convidado. Estes são apresentados pelas suas próprias palavras. “As três propostas educativas abordam aspetos relevantes do ensino da matemática. O artigo de Miriam Méndez trata de uma proposta para trabalhar em operações com frações utilizando

From this issue onwards, **APeDuC Journal** moves forward with a systematic policy of having in each issue a Guest Editor, varying the geographical origin and scientific area of each one, with the intention of complementing the editorial work developed and of reinforcing the quality of the manuscripts published. Thus, in this issue we have as Guest Editor the Colombian researcher Eric Fores Medrano, who has collaborated with the Universidad Complutense de Madrid. He has worked and published on mathematical knowledge for teaching and the professional development of teachers. He was responsible for editing three of the papers published in Section 2.

In this issue we highlight:

In **Section 1, Research in Science, Mathematics and Technology Education**, two papers are published, one by Portuguese authors and another by authors from Mexico and Colombia.

The first paper analyses the cognitive structures and alternative conceptions of future primary school teachers regarding the concept of energy, given its abstract and transdisciplinary nature. This concept is indirectly addressed in primary school learning. The second study presents and discusses the results of an evaluation of the impact of active learning in a general biology course on the academic performance of students, their differences in the level of their knowledge, and the degree of acceptance of the courses carried out in a university at Colombia.

In Section 2, Reports of Practice in Science, Mathematics and Technology Education, five articles by authors from Chile, Colombia, Spain, Mexico and Portugal are published, three of them under the responsibility of our Guest Editor. These are presented in his own words: "The three educational proposals deal with relevant aspects of mathematics teaching. The article by Miriam Méndez deals with a proposal for working on operations with fractions using manipulative material and through the methodology of

material manipulável e através da metodologia de criar problemas matemáticos e trabalhar em diferentes registros de representação. A intenção era avaliar e desenvolver conhecimentos matemáticos e didáticos sobre este assunto. Observou-se que a operação mais complicada para propor problemas matemáticos é a divisão das frações, apesar de, do ponto de vista processual, se tratar de uma operação cujo algoritmo é simples para os estudantes. Este mesmo conhecimento algorítmico provou ser um obstáculo ao passar para registros que não o numérico. Por outro lado, María García apresenta o conteúdo de um *workshop* sobre aspectos socio-emocionais dirigido aos professores de matemática. Dada a necessidade de lidar com este tipo de situação com os estudantes e a falta de ferramentas que caracteriza os professores no estudo, este *workshop* visava permitir que os professores reconheçam as emoções e as caracterizem de uma forma experiencial. Espera-se que esta experiência sob a forma de um *workshop* ajude os professores a replicar o processo com os seus alunos. Finalmente, Sergio Toro, Noemí Pizarro e Rocío Guede-Cid apresentam uma proposta didática na qual, trabalhando com materiais manipuláveis, os estudantes são capazes de construir retângulos na proporção das medidas médias das divisões de uma casa em diferentes distritos de Santiago do Chile e, além de analisar o conteúdo em si, os estudantes foram capazes de se questionar sobre a justiça social a este respeito. A atividade permitiu aos estudantes tomar consciência da injustiça social no alojamento nesta região do Chile e da necessidade de aumentar o tamanho do alojamento em certos casos."

Em relação aos restantes dois artigos, num apresenta-se uma abordagem simples ao ensino do modelo cinético-molecular no ensino secundário. No outro relata-se o projeto "Exoplanetas e suas criaturas" que aborda a temática da exploração espacial e que foi implementado em contexto de formação inicial de professores.

Na Secção 3, articulação entre Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, apresentam-se dois trabalhos. O

creating mathematical problems and working in different registers of representation. The intention was to evaluate and develop mathematical and didactic knowledge on this subject. It was observed that the most complicated operation to propose mathematical problems is the division of fractions, although, from the procedural point of view, it is an operation whose algorithm is simple for students. This same algorithmic knowledge proved to be an obstacle when moving on to registers other than numerical. On the other hand, María García presents the contents of a workshop on socio-emotional aspects addressed to mathematics teachers. Given the need to deal with this type of situation with students and the lack of tools that characterises teachers in the study, this workshop aimed to allow teachers to recognise emotions and characterise them in an experiential way. It is hoped that this experience in the form of a workshop will help teachers to replicate the process with their students. Finally, Sergio Toro, Noemí Pizarro and Rocío Guede-Cid present a didactic proposal in which, working with manipulable materials, students are able to construct rectangles in proportion to the average measurements of house rooms in different districts of Santiago de Chile and, in addition to analysing the content itself, students were able to ask themselves questions about social justice in this respect. The activity allowed students to become aware of the social injustice in housing in this region of Chile and the need to increase the size of housing in certain cases."

Regarding the remaining two articles, in one a simple approach to teaching the kinetic-molecular model in secondary education is presented. In the other one the project "Exoplanets and their creatures" is reported, which addresses the theme of space exploration and which was implemented in the context of initial teacher training.

In Section 3, articulation between Research and Practice in Science, Mathematics and Technology Education, two papers are presented.

primeiro é o resultado de entrevistas a dois investigadores e a dois professores, todos portugueses, sobre como veem a articulação entre a investigação e as práticas profissionais na Educação em Ciências das quais emerge como ideia forte as comunidades de aprendizagem. O segundo trabalho é fruto de um debate online entre investigadores e professoras brasileiros. Aborda as inter-relações entre sujeito, ambiente e ciência e novos horizontes para a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. A não perder!

Na Secção 4 são apresentadas recensões de três livros muito interessantes para se ler e para se estabelecer conexões entre as Ciências, Matemática e Tecnologia e a sociedade. São eles: "Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. recursos didácticos para el profesorado" publicado em 2022; "Porque confiar na ciência?" publicado em Portugal pela Gradiva em 2021; "Como se transforma ar em pão?" publicado em 2021.

Na **Secção 5** deste número dá-se a palavra a duas pessoas reconhecidas e valorizadas pelo seu trabalho na área da transição digital nas escolas: Angélica Martínez Zarzuelo, da Universidad Complutense de Madrid, premio extraordinário de doutoramento, é conhecida pelo seu trabalho de formação de futuros docentes de Educação Infantil, Primaria e Secundária em Matemáticas e suas didáticas; Henrique Leal é professor do ensino básico, coordenador de ano e mentor do projeto "Mobile Learning 5.0" do Agrupamento de Escolas D. Maria II – Vila Nova de Famalicão. Vale a pena ouvir o que nos dizem.

A **APEduC Revista** continua a receber submissões para as Secções 1 e 2 e a merecer a confiança de todos os intervenientes, autores, revisores, membros do conselho editorial 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

Eric Flores-Medrano
Editor Convidado

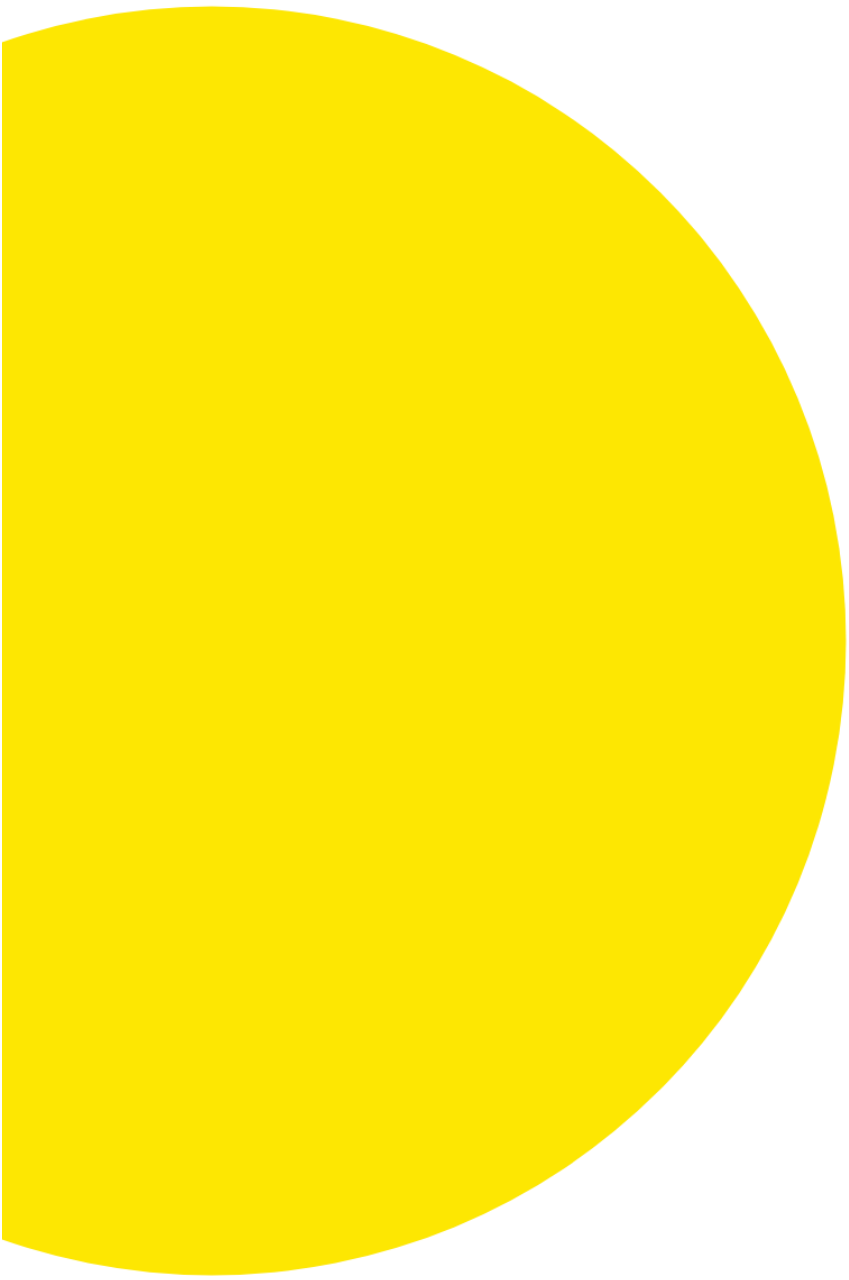
The first is the result of interviews with two researchers and two teachers, all Portuguese, about how they see the articulation between research and professional practices in Science Education from which emerges as a strong idea the learning communities. The second work is the result of an online debate between Brazilian researchers and teachers. It approaches the inter-relationships between subject, environment and science and new horizons for Education in Science, Mathematics and Technology. Not to be missed!

In Section 4 reviews are presented of three very interesting books to read and to establish connections between Science, Mathematics and Technology and the society. They are: "Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. recursos didácticos para el profesorado" published in 2022; "Porque confiar na ciência?" published in Portugal by Gradiva in 2021; "Como se transforma ar em pão?" published in 2021.

In Section 5 of this issue we give the floor to two persons recognized and valued for their work in the area of digital transition in schools: Angélica Martínez Zarzuelo, from the Complutense University of Madrid, PhD extraordinary prize, is known for her work training future teachers of Early Childhood, Primary and Secondary Education in Mathematics and its didactics; Henrique Leal is a primary school teacher, year coordinator and mentor of the project "Mobile Learning 5.0" of the Grouping of Schools D. Maria II - Vila Nova de Famalicão. It is worth listening to what they tell us.

APEduC Journal continues to receive submissions for Sections 1 and 2 and to deserve the confidence of all stakeholders, authors, reviewers, editorial board members and readers. Many thanks to all of you.

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



INVESTIGAÇÃO EM
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

S1

—

RESEARCH IN SCIENCE,
MATHEMATICS AND
TECHNOLOGY EDUCATION

S1

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

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

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

**LEAVING NO ONE BEHIND: ACTIVE LEARNING REDUCES ACADEMIC GAPS IN A
UNIVERSITY INTRODUCTORY BIOLOGY COURSE IN COLOMBIA**

**NÃO DEIXANDO NINGUÉM PARA TRÁS: APRENDIZAGEM ACTIVA REDUZ AS LACUNAS
ACADÉMICAS NUM CURSO UNIVERSITÁRIO DE INTRODUÇÃO À BIOLOGIA NA COLÔMBIA**

**NADIE SE QUEDA ATRÁS: EL APRENDIZAJE ACTIVO REDUCE LAS BRECHAS ACADÉMICAS EN UN
CURSO UNIVERSITARIO DE INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA EN COLOMBIA**

Héctor Campos Mosos¹ & Gonzalo Peñaloza²

¹Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Colombia

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Monterrey, México
g.pjimenez@cinvestav.mx

ABSTRACT | A global trend is transforming classroom traditional practices and adopting innovative pedagogical strategies that are supported by evidence, such as active learning. Nevertheless, few initiatives have been carried out in Latin America. This article presents the results of an evaluation of the impact of active learning on a general biology course on the academic performance of students, their differences in the level of their knowledge, and the degree of acceptance of the courses carried out in a university at Colombia. A segregation gap in knowledge was detected at the start of the course but the group, as a whole, was more homogeneous at the end. The results show a tendency to improve knowledge of the discipline as well as a homogenization in the appropriation of knowledge by students.

KEYWORDS: Active Learning, Biology teaching, Equity, Science Education, Higher education.

RESUMO | Uma tendência global é transformar as práticas de sala de aula tradicionais e adotar estratégias pedagógicas inovadoras que são apoiadas por evidências, como a aprendizagem ativa. No entanto, poucas iniciativas foram realizadas na América Latina. Este artigo apresenta os resultados de uma avaliação do impacto da aprendizagem ativa num curso de biologia geral sobre o desempenho académico dos alunos, as suas diferenças no nível dos seus conhecimentos, e o grau de aceitação dos cursos ministrados numa universidade da Colômbia. Uma lacuna de segregação no conhecimento foi detetada no início do curso, mas o grupo, como um todo, foi mais homogêneo no final. Os resultados mostram uma tendência para melhorar o conhecimento da disciplina, bem como uma homogeneização na apropriação do conhecimento pelos alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem Ativa, Ensino de Biologia, Equidade, Educação em Ciências, Educação superior.

RESUMEN | Una tendencia mundial está transformando las prácticas de aula tradicionales y adoptando estrategias pedagógicas innovadoras respaldadas por pruebas, como el aprendizaje activo. Sin embargo, en América Latina se han documentado pocas prácticas de este tipo en la educación superior. Este artículo presenta los resultados de una evaluación del impacto del aprendizaje activo en un curso de biología general sobre el rendimiento académico de los estudiantes, sus diferencias en el nivel de sus conocimientos y el grado de aceptación de los cursos realizados en una universidad de Colombia. Se detectó una brecha de segregación en el conocimiento al inicio del curso, pero el conocimiento del grupo, en su conjunto, fue más homogéneo al final. Los resultados muestran una tendencia a mejorar el conocimiento de la disciplina, así como una homogenización en los conocimientos de los estudiantes.

KEYWORDS: Aprendizaje Activo, Enseñanza de la Biología, Equidad, Educación en Ciencias, Enseñanza Superior.

1. INTRODUCTION

The growing importance of science and technology in society, both from a productive point of view and from its relevance for training critical thinkers, has driven the permanent renewal of science education at different educational levels. Despite it, there are relatively high levels of disinterest and dropouts in professions related to science, technology, engineering, and mathematics. The blaming role of the first semester is unquestionable in which courses are generally approached through master classes for large groups; and they are considered difficult by students, generating disinterest, and contributing to dropouts (Canning et al., 2018; Wienhold & Branchaw, 2018). Therefore, innovative strategies are needed (OECD / ECLAC / CAF, 2016).

On the other hand, some challenges respect to improve higher educational programs and to build teaching practices that make real the educational equity have been pointed out: Keeping Higher Education programs in pace with the developments of science and of its interrelations (Meena & Naik, 2019) demands developing scientific skills and competencies, while addressing disciplinary content (Aikens, 2020; Armbruster et al., 2009; Hartikainen et al., 2019; Matsushita, 2018; Waniek & Nae, 2017); 2) Inclusion of groups that have traditionally been excluded from academia. Calls have been made to develop educational environments in which all students have equal opportunities to learn (Dewsbury & Brame, 2019). This implies considering the disadvantages that some students may have when starting their professional training or a particular course (Gegenheimer et al., 2017). For instance, women have been a specific target (Harackiewicz & Priniski, 2018, p. 410); 3) Low retention in undergraduate populations, especially for the first-year students has been a universal killer (Cottone & Yoon, 2020). For this reason, universities have been working to overhaul curricula and to design pedagogical strategies that counteract this trend. Main efforts have been focused on redesigning assessment tools, improving student attitudes, and self-efficacy beliefs, implementing active learning activities (debates, data analysis, problem solutions, etc.), establishing “cross-disciplinary connections, fostering higher-level problem-solving skills, among others (Cottone & Yoon, 2020).

In response, universities, especially in the United States and Europe, have been training their teachers and promoting programs that address specific problems such as the inclusion of students from underrepresented populations -like women, Latins, among others-, and dropouts in the first semesters in introductory courses in science and mathematics. For example, biology courses in the United States have been renewed with the formulation of the documents Vision and Change in Undergraduate Biology Education: A Call to Action (American Association for the Advancement of Science, 2009) and BIO2010 (National Research Council [NRC], 2003). Consequently, the approaches have moved from being focused on disciplinary content based on lectures, towards approaches that focus on the development of scientific skills and competencies focusing on learning, and the courses now include objectives such as reading the primary literature, developing and testing hypotheses, analyzing data using statistical methods, conducting authentic research experiments, thinking creatively and critically, working effectively in teams, and applying knowledge to novel situations (Goldey et al., 2012).

One particular and important problem is the differences in the basic training of students when they are admitted to university. In general, students have differences in your academic background that create gaps between them. Thoses gaps tend to increase during the first years; and, by not closing the gap, it causes these students to prefer to give up professions related with science and maths and opt for other fields of knowledge. When students with deficiencies in basic

training obtain low results in their courses, it impacts their self-confidence, commitment, and interest (Harackiewicz et al., 2016). However, some studies have found that active learning could contribute to closing these gaps between students from underrepresented groups and other students (Theobald et al., 2020).

In the case of Colombia, academic factors are the main cause of leaving university studies (Rodríguez-Urrego, 2019). This situation contributes to the exclusion of underrepresented groups in academia, because it is these groups that generally have the lowest academic background (Barragán-Díaz & Patiño-Garzón, 2013). They generally come from rural areas, are part of Afro-colombians and indigenous communities (Meneses Pardo, 2011). In other words, they have some academic disadvantages respect to urban-middle-class students. In fact, nearly 80% of indigenous students fail to complete their university studies (Caicedo & Castillo, 2008), and the cumulative dropout for mathematics and natural sciences is 51% (Melo-Becerra et al., 2017). Thus, the difficulties these students face in achieving the performance of students with better basic academic knowledge, configures the university as an adverse and discriminatory environment (Protzko & Aronson, 2016), generating disinterest and leading to dropping out. To deal with this situation, it should be considered that traditional lecture strategies are not very effective for including all students, and the use of strategies such as active learning to strengthen the skills and knowledge of the whole group is recommended (Freeman et al., 2014). Of course, active learning is only one way to deal with a complex problem that implies to create inclusive educational policies that impact all school levels.

In the current case study, we addressed the following research questions: What impact does the use of active learning strategies have in reducing knowledge gaps among participating students? What are the students' perceptions of the course when active learning strategies are included?

2. THEORETICAL FRAMEWORK

Active learning is a broad concept that encompasses various initiatives geared towards "involv[ing] students in doing things and thinking about the things they are doing" (Bonwell & Eison 1991, p. 2). Mizokami (2018) defines active learning as "all kinds of learning beyond the mere one-way transmission of knowledge in lecture-style classes (= passive learning). It requires engagement in activities (writing, discussion, and presentation) and externalizing cognitive processes in the activities" (p. 79). According to Bonwell and Eison (1991), active learning has the following characteristics: students are engaged in activities, the emphasis is placed on developing students' skills and students' attitudes and values; and students are involved in higher-order thinking skills.

Active learning implies the collaboration and interaction of students to foster discursive and argumentative skills. This approach emphasizes that students work with information, organize it, analyze it, and explain it to their peers (Armbruster et al., 2009). Thus, students are the center of the educational process, and a learning environment is generated that allows metacognitive development based on their being independent and critical thinkers (Bransford et al., 2000).

The different forms that active learning can take have been used; and how they affect different aspects of learning, such as retention in biology courses has been evaluated (Dyer &

Elsenpeter, 2018). In fact, some universities have developed curricula under the approach of problem-based learning (Matsushita, 2018), extending the principles of active learning not only to a course, but to the entire professional training process. In general, building educational environments based on active learning has positive results in education in general, and in the teaching and learning of biology in particular (Aikens, 2020).

Students have higher failure rates in the courses developed with traditional approaches based on lectures, compared to those that focus on active learning (Freeman et al., 2014; Haak et al., 2011). Additionally, the use of active learning correlates positively with the development of critical thinking skills (Aguilera et al., 2017), quantitative reasoning, and modeling (Aikens, 2020). Active learning is also associated with the improvement of the academic performance of students in biology courses and their attitudes towards these courses (Armbruster et al., 2009), and the inclusion of underrepresented groups in academic spaces (Eddy & Hogan, 2014). In summary, there is some consensus among the educational research community that it is important to develop activities that seek promote active learning.

Even active learning is not enough to face the science learning obstacles, teacher, researchers in science education, and institutions have started different initiatives to develop resources, courses, and materials that materialize active learning in the classrooms. The implementation of active learning requires changes in the institutions and in the continuous training processes of teachers, to build clear pedagogical knowledge that can be related to practice (Auerbach & Andrews, 2018). Nevertheless, relatively few research about active learning strategies implementation in higher education classrooms have been carried out in Latin America (Fleder & Ide, 2015; Mora et al., 2021; Romero-Hall, 2021; Suárez, et al., 2022). By contrast, the Latin-American Laboratory for Assessment of the Quality of Education (2020) denotes that active learning is very important to qualified teaching practices and “to promote that promote both basic and complex thinking” (p. 21) in this region.

3. METHODOLOGY

The study was carried in a course with nearly 170 students and repeated three times during three semesters. For each course we had three modules: Genetics and Evolution, Cell and organismic Biology, and Ecology, as in Table 1. A description of each activity developed in the course is in the Supplementary Material 1.

Table 1. Learning goals of the course.

COURSE LEARNING GOALS		
	Disciplinary content goals	Skills
Evolution and genetics	Introduce and discuss evolution as a fundamental axis of biology, and the most important factor of this topic	Students will... Identify, analyze, synthesize and argue basic concepts of biology
	Analyze the historical development of genetics as a subdiscipline of science	Describe the relationship between living things in evolutionary terms
Cell and organismic biology	Provide the basic concepts of the cellular and organismic organization of the living beings.	Explain biological phenomena in space-time sequences
	Know and assimilate the basic concepts that describe and explain the structures, processes, and organization of ecological systems at their different levels of organization.	Understand the complex organization of living beings at different levels of organization and their relationship with the environment.
Ecology	Know and understand the network of interactions between technological, socio-economic activities and ecological systems.	Assess the importance of the manner in which scientific knowledge is generated in biology.

3.1 Study design and data collection

The study used a quantitative approach. An initial test was applied that consisted of six open questions on concepts of biology that students are expected to understand at the time of their entrance into the university (Supplementary material 2). The questions focused on the modules of the course. The test was validated by two expert professors in these subjects, who made recommendations on the clarity of the questions and their conceptual precision.

Once the course was finished, the same questionnaire was applied again, and some questions were also included to unveil the perception of the students about the structure of the course, the organization of the topics, the fulfillment of objectives, the promotion of their participation and the impact of the practical activities in each module. The initial and final tests were scored on a scale of 0 to 5. Zero was the lowest score given when the answer did not address any concept related to the question. Five was the highest score when a clear answer was offered containing relevant biological concepts and processes.

3.1.1 Participants

The study was carried in a course with nearly 170 college students and repeated three times during three semesters. The study was carried out with students who voluntarily took the decision of participate. To recruit the participants, all students were informed about the goals and procedures of study, showing the relevance to improve the teaching practices. Finally, the following students decided to participate in the research: n= 20 for semester 1, n=43 for semester 2, and n= 28 for semester 3.

3.2 Data Analysis

Using the data obtained, descriptive statistical analysis and multivariate statistical models such as canonical analysis of populations were applied, with a program developed by Rodríguez (2012, personal communication), MANOVA, principal component analysis, discriminant and correspondence analysis were performed with PAST 3.14 (Hammer et al., 2001). This software is free, user-friendly, just as Excel, addresses multivariate tests, and has been variously updated during its life of more than 10 years.

Let's review the main statistical ideas that we use here. To know that a variable X affects another Y, one varies X and looks for effects in Y. If Y is insensible, we say: Y is independent from X. If Y varies, we compare its variation with that when X is absent. To decide that X affects Y in average, we compare the variation of Y when X is present under various treatments or values of X against that when it is absent. This comparison is made in ANOVA with an F-test that deals with variances under normality assumptions. When we have many variables that come from observations from reality, correlations exist and covariances appear. All this goes into a matrix of covariances that includes the variances which are covariances of a variable with itself. Matrices are studied in Linear Algebra and the whole theory is called linear modeling. In MANOVA the null hypothesis is that all variables have the same mean but observed differences are due to randomness which is generated by all that than is not controlled. To reject the null hypothesis is equivalent to decide that at least one pair of means is different. Under normality assumptions, this is done with a Wilks lambda, which detects inequality of means when it is small. This is contrary to an F-test that detects difference in means when it is large.

To reinforce the idea of initial segregation, one can use discriminant analysis, which looks for the perspective that best separates two subgroups.

Imagine now that we are describing the performance of persons in an exam. Usual tests collect information in which scores are assigned to each student in agreement with his or her performance for each question. Principal component analysis is a descriptive simplifying technique that compress the information producing informs like the following:

Let us assume that the class has two dominant and independent stereotypes. The first is Luisa that is bad for quantitative biology but is good dealing with interrelations in ecology. The second is Juan that is good for cell biology but deficient in analysis of heredity and genetics. The generality of students has some part of Luisa and another of Juan. A minor fraction is divergent.

Correspondence analysis presents graphically over the plane the associations detected by a two-way contingency table. If the association of a row with a column is strong, they are represented near one to another in the plane. Increasing distance reflects a lack of association.

All this is very technical and the literature scares everybody. Nevertheless, the work by Mertler and Vannatta (2017) is excellent to join deep mathematics with common sense because every test has a section dedicated explaining its logic.

4. RESULTS

The proportion of dropouts was less than 5% on average, with 170 students each course, during the three semesters of intervention. Let recall that the cumulative dropout for mathematics and natural sciences is 51%. This result alone says that active learning is worth the

effort. Ethical considerations prevent us from pursuing more comparisons with external sources and more discrimination of our students in diverse subgroups. A pitfall of this directive is that we cannot assess the effectiveness of our methodology to acquire knowledge and skills. All what follows refers to the same course in which for each semester we compare the initial state (of all students?) with the final one (of all students together?). The results from the test for each semester at the beginning and end of the course are presented below. The questions about the perceptions of the course were only implemented in the final test.

4.1 Semester 1 Results

4.1.1 Initial test results

With the 20 students who participated, an assignment was given in classes according to each student's performance in the initial test. Three subgroups were formed: subgroup 1, with five students with the highest overall scores ($\bar{Y} = 4.2 \pm 0.07$); subgroup 2, with 10 individuals with an intermediate score ($\bar{Y} = 3.6 \pm 0.03$); and subgroup 3, with five students with a low score ($\bar{Y} = 3.0 \pm 0.13$).

Due to the non-normal distribution of the data, we transformed them using the logarithmic function to fulfill the assumption of normality. Once the data were normalized, parametric models were applied. The first thing that was sought was the establishment of subgroups for the assignment of each individual with which the pertinent discriminant functions were obtained. The results showed that 100% of the individuals were correctly classified in their respective subgroup.

Next, an attempt was made to establish whether the three subgroups were different from each other. To do this, a MANOVA was applied that registered a Wilks lambda of $\lambda = 0.01075$ ($p = 0.0254$), with which the difference in knowledge level between the three established subgroups was demonstrated. This is corroborated when obtaining the output of the canonical analysis of populations using the option of the most extreme individuals (Figure 1).

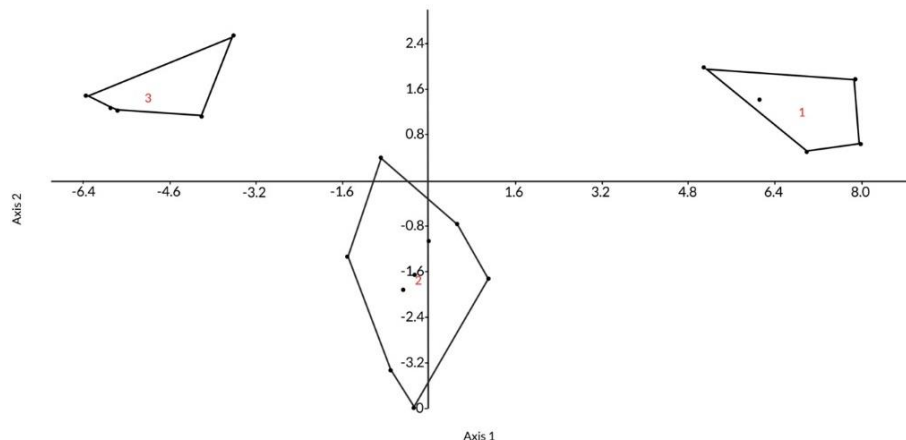


Figure 1. Spatial distribution for the three subgroups formed at the beginning of the course development in cohort 1 of the introductory biology course. The scores of students in a test given at the start of the course, which is also the start of semester 1, are naturally segregated in three subgroups. Principal component analysis says that the variation in score is due mainly to two prototypes or to two principal axes. The differences are so clear that the Wilks lambda renders them significant in spite of the few number of participants, which were 20.

4.1.2 Final questionnaire results

Once the course was finished, the grades showed improvement in knowledge, with certain differences between the course axes. It was clear that the sense of belonging to the established subgroups was diluted in 25% of the individuals. The remaining 75% remained well-classified.

This is associated with the results of the MANOVA that show a tendency to blur the differences that were registered at the beginning of the course, with a Wilks lambda of $\lambda = 0.48$, and an associated probability of $p = 0.5712$, a situation that is reflected in the output graph of the population analysis (Figure 2).

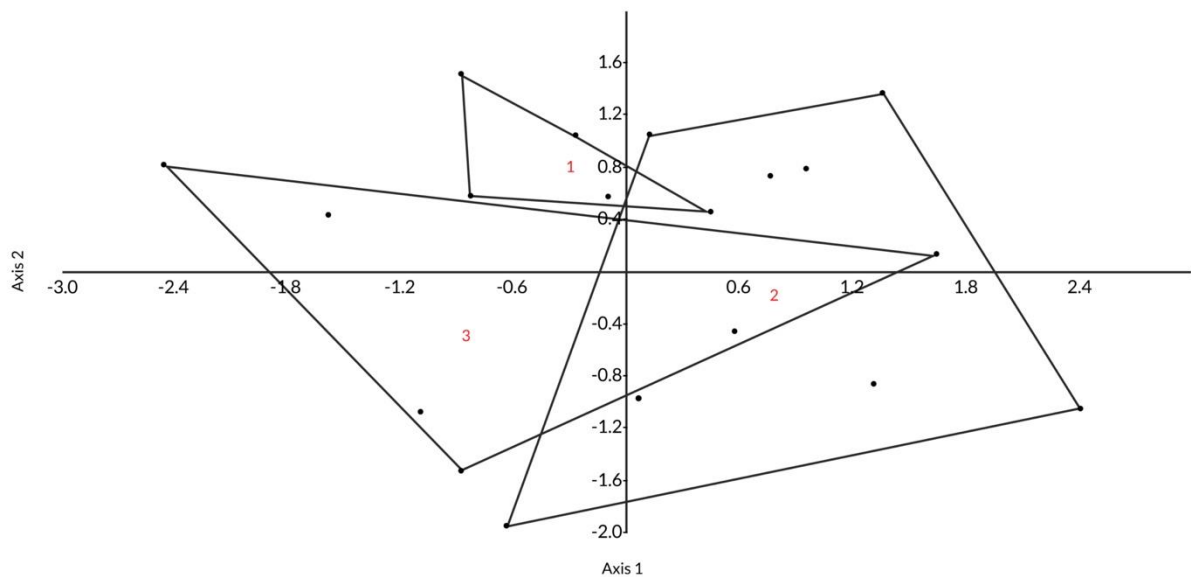


Figure 2. Spatial distribution for the three subgroups formed at the end of the course intervention in cohort 1 of the introductory biology course.

In order to establish the factorial structure of the data and verify the variables with the greatest impact, a principal components analysis was applied in which an explained variance of 71.4% was obtained with the first two components. Applying the Broken Stick graphical test the data were shown to be statistically different and therefore sufficient to explain the data. When obtaining the most relevant correlations of the questions with the components, the one with the highest correlation for the first component was one of the questions of the ecology module ($r = 0.93504$) in which most of the students were not able to respond. The next magnitude in correlation ($r = 0.63548$) was for the first question of the genetics module, in which most of the students answered correctly.

For the second component, a correlation ($r = 0.72017$) was recorded with the second ecology question, reflecting the difficulties in understanding the proposed concept.

4.1.3 Results of students' perception of the course

Questions about the structure and relevance of the course are reflected in the correspondence analysis between the variables that impact the students' grades once the course is completed, including the course structure (Course str), topic structure (Topics str), compliance

of the course objectives (Object), student participation in modules one, two and three (Part M1, Part M2 and Part M3), realization and relevance of workshops in modules one, two and three (Workshops M1, Workshops M2 and Workshops M3). In the analysis, we found that the workshops of the evolution and genetics module ($\bar{Y} = 4.78 \pm 0.53$), as well as the participation of students in its classes ($\bar{Y} = 4.78 \pm 0.45$) were closely related to the individuals who participated in the test, together with the course structure ($\bar{Y} = 4.67 \pm 0.69$), topic structure ($\bar{Y} = 4.33 \pm 0.61$), the fulfillment of the objectives ($\bar{Y} = 4.22 \pm 0.61$). However, in module 3 both participation and workshops in module 3 were found to have little association (Figure 3).

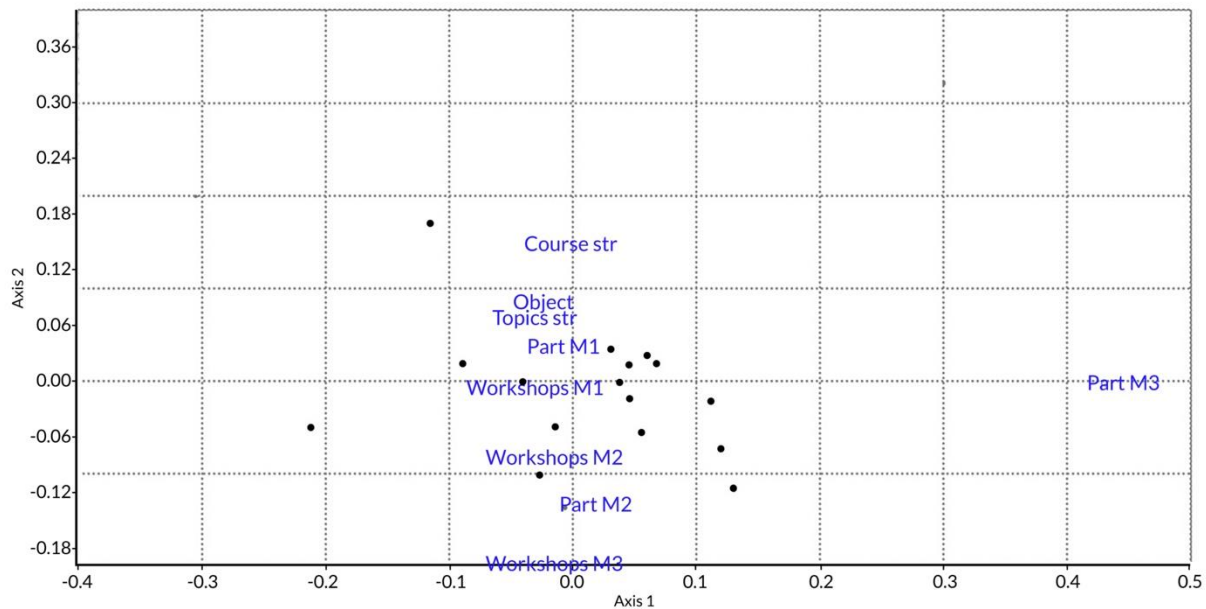


Figure 3. Correspondence analysis between the variables that affected the development of the curriculum at the end of the course intervention in cohort 1

4.2 Semester 2 Outcome

4.2.1 Initial diagnostic results

In the second group, 43 students participated, who were grouped, according to their performance in the initial diagnosis in four subgroups: subgroup 1 with six students with the highest overall scores ($\bar{Y} = 4.7 \pm 0.242$); subgroup 2 with 12 individuals with high scores ($\bar{Y} = 4.1 \pm 0.054$); subgroup 3 with 18 students with an intermediate score ($\bar{Y} = 3.4 \pm 0.047$); and subgroup 4 with seven students with a low score ($\bar{Y} = 2.7 \pm 0.029$). As in group 1, because of the non-adjustment of the data to a normal distribution, the groups were transformed using the logarithmic function; and, once this assumption was satisfied, the models were applied.

The tests for the classification of each individual to the assigned subgroup showed that 40 of the 43 participating individuals were well classified (93.02%) in their respective subgroups. The MANOVA showed that the four subgroups were different from each other, registering a Wilks lambda of $\lambda = 0.0438$ ($p = 3.42 \times 10^{-10}$) so that the differences in the knowledge of the four subgroups were highly significant, something that is reflected in the output of the canonical analysis of populations using the option of the most extreme individuals (Figure 4).

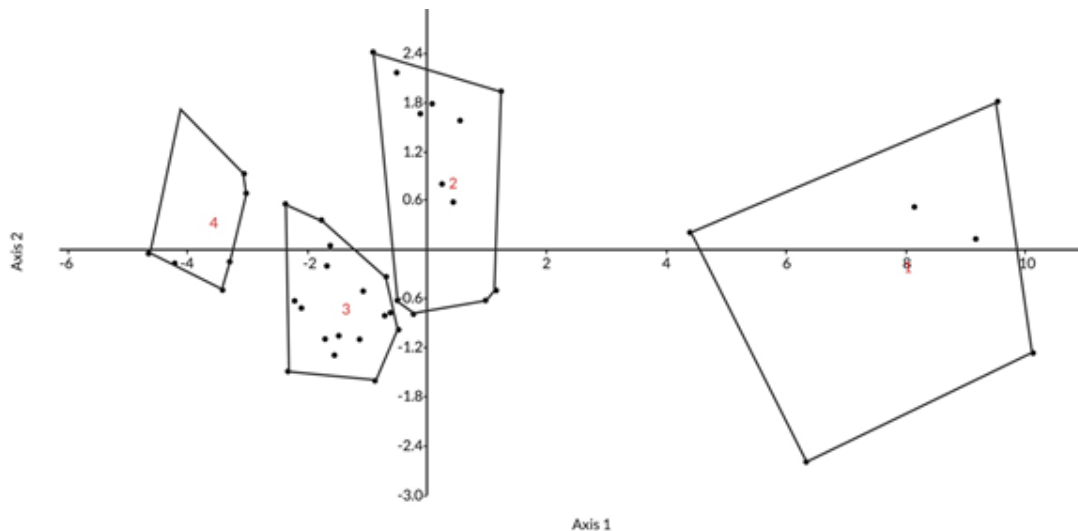


Figure 4. Spatial distribution for the four subgroups formed at the beginning of the course's development in group two of the general biology course, second semester of 2016.

4.2.2 Semester 2 final questionnaire results

The evaluations of the final tests showed improvement at the beginning with a differential impact depending on the modules. Additionally, we found that the sense of belonging to the subgroups decreased to 69.05% of well-classified individuals. In this direction, the results of the MANOVA to establish the differences between the subgroups showed a tendency to reduce the differences in knowledge found at the beginning of the course with a Wilks lambda of $\lambda = 0.3057$, and an associated probability of $p = 0.00094$, a situation that is reflected in the graphical output of the population analysis (Figure 5). These results of the MANOVA show that there were differences between the subgroups, but that these only occur between subgroups one, two and three but not including subgroup four with a probability of $p < 0.004$.

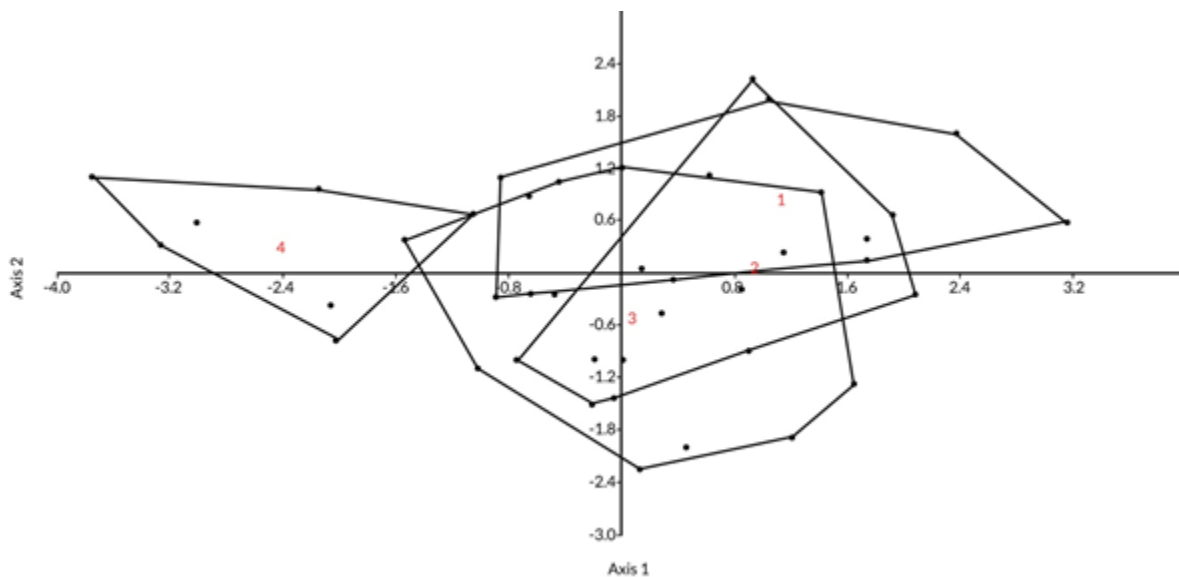


Figure 5. Spatial distribution for the four subgroups formed at the end of the course intervention in cohort 2.

Additionally, when applying the principal components analysis, an explained variance of 69.72% was obtained with the first two components, which with the Broken Stick graphic test proved to be statistically different and therefore sufficient to explain the data. When obtaining the most relevant correlations of the questions with these two components, the answer to the question with the highest correlation ($r = 0.8363$) was recorded for the first component corresponds to one of the questions of the module of cell biology and organismic biology. For the second component $r = 0.7332$ was obtained for one of the questions on evolution and genetics but in which they again recorded difficulties in the answers.

4.2.3 Analysis of the structure and relevance of the semester 2 course

When establishing associations between the questions about the structure and relevance of the course and the students, the correspondence analysis showed that between the variables that impact the curriculum and the grades of the students, once the course is finished there is an association between these grades with the structure in which the topics (Topics str), the course (Course str), the objectives (Object), the participation of modules one and two (Part M1 and Part M2), as well as the workshops of the first and third module are organized (Workshops M1 and Workshops M3), while the workshops carried out in the cell module (Workshops M2) and participation in the ecology module (Part M3) are the ones with the least association (Figure 6).

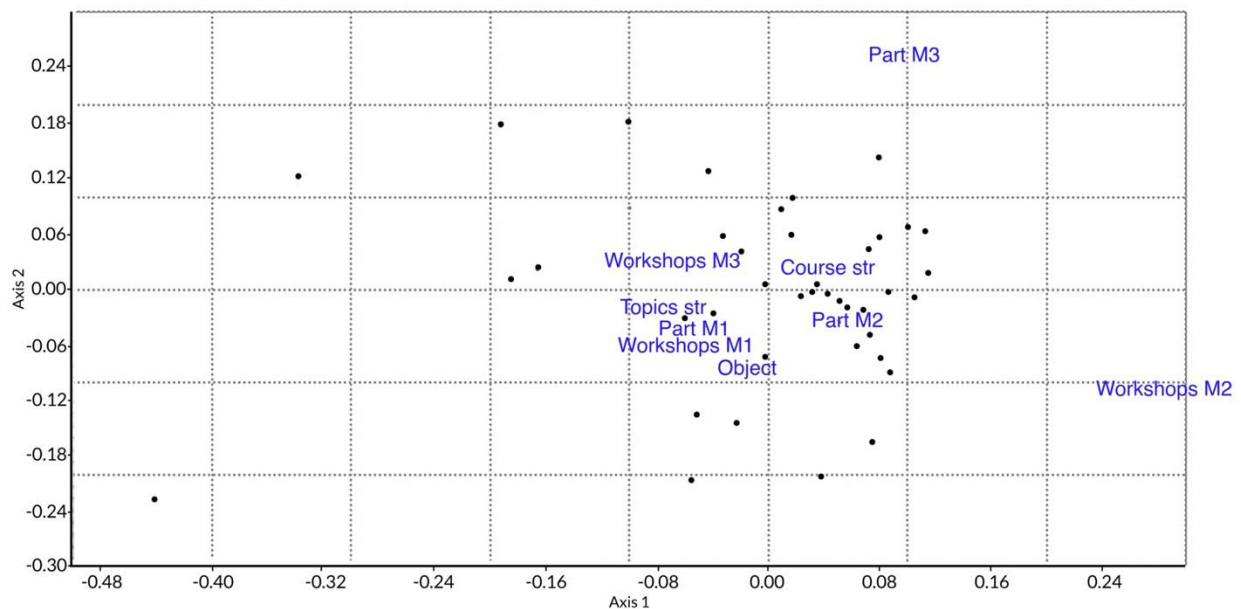


Figure 6. Correspondence analysis between the variables that affect the development of the curriculum and the grades of the students at the end of the course intervention in cohort 2.

4.3 Results from semester 3

4.3.1 Initial diagnostic results

This group included 28 students who were assigned to three subgroups: subgroup 1, with 9 students who obtained the highest score ($\bar{Y} = 4.7 \pm 0.185$); subgroup 2, with 12 individuals with

an intermediate score ($\bar{Y} = 3.4 \pm 0.093$); and subgroup 3, with seven students and a poor score ($\bar{Y} = 2.4 \pm 0.132$).

As in the previous cohorts, due to the non-adjustment of the data to a normal distribution, these were transformed by means of the logarithmic function to fulfill the assumption of normality, and with this the parametric models were applied. The results of the association of each individual to the assigned subgroup showed that 25 of the 28 individuals (89.29%) were perfectly classified in their respective subgroup.

To establish the differences between the subgroups, a MANOVA was applied that recorded a Wilks lambda of $\lambda = 0.1847$ ($p = 4.02 \times 10^{-6}$). This showed elevated differences in the knowledge stock between the three established subgroups, corroborated by obtaining the output of the canonical analysis of populations using the option of the most extreme individuals (Figure 7).

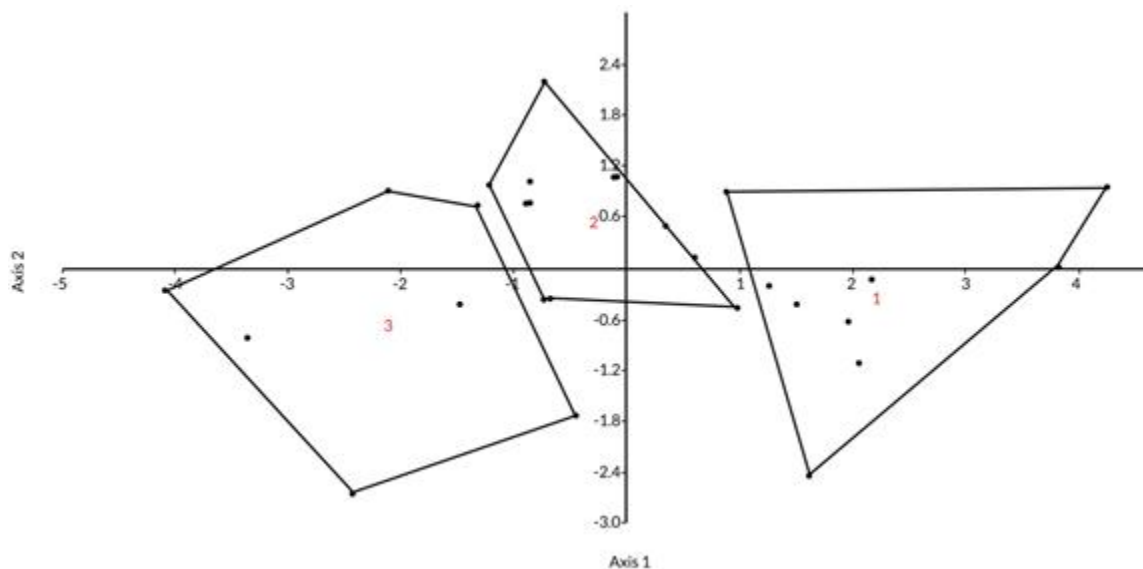


Figure 7. Spatial distribution for the three subgroups formed at the beginning of the course in group two of the general biology course, cohort 3.

4.3.2 Final test results

The final tests showed a behavior similar to that of semesters 1 and 2, finding better performances in the subgroups with respect to the initial test, with some nuances depending on the modules addressed. At the same time, the associations of the individuals with the subgroups were diluted to 35% of the individuals, the remaining 65% remained well-classified.

The results of the MANOVA showed a tendency to blur the very high statistical differences that were registered for knowledge in the biological sciences at the beginning of the course, with a Wilks lambda of $\lambda = 0.406$, and an associated probability of $p = 0.065$. This situation was reflected in the graphical output of the population analysis (Figure 8).

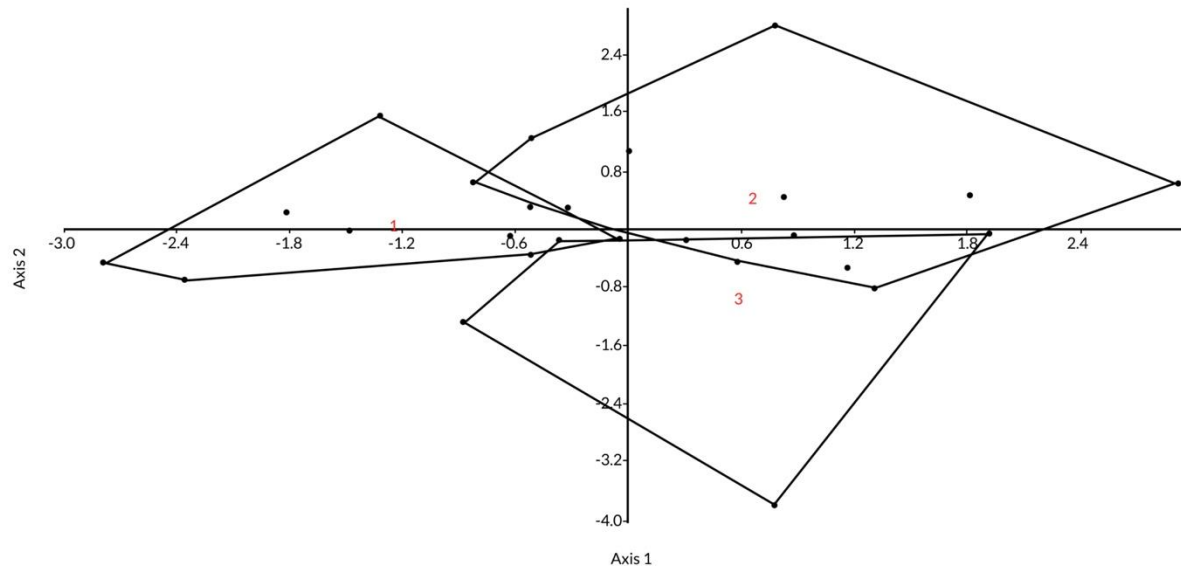


Figure 8. Spatial distribution for the three subgroups formed at the end of the course intervention in cohort 3.

When establishing the factorial structure of the data and verifying the variable(s) with the greatest impact in this study when applying a principal component analysis, an explained variance slightly higher than 79% was obtained with the first two components. Using the test Broken Stick graph proved to be statistically different and therefore sufficient to explain the data. When obtaining the most relevant correlations for the questions with the components, it was clear that the one with the highest correlation for the first component was one of the questions of the ecology module ($r = 0.999558$), which most of the students had problems answering.

For the second component, no significant correlations were recorded. This is why difficulties are inferred in identifying, extracting, and associating processes with their consequences within a biological phenomenon.

4.3.3 Analysis of the structure and relevance of semester 3

By establishing the associations with the correspondence analysis between the variables that impacted the curriculum with the student's grades once the course was completed, an association was recorded between the structure in which the course topics were organized (Topics str), the course structure (Course str), the objectives (Object), the participation of modules one and two (Part M1 and Part M2), as well as the workshops of the same modules (Workshops M1 and Workshops M2). These included the workshops carried out in module three, as well as participation in the same module as those that registered the least association (Figure 9).

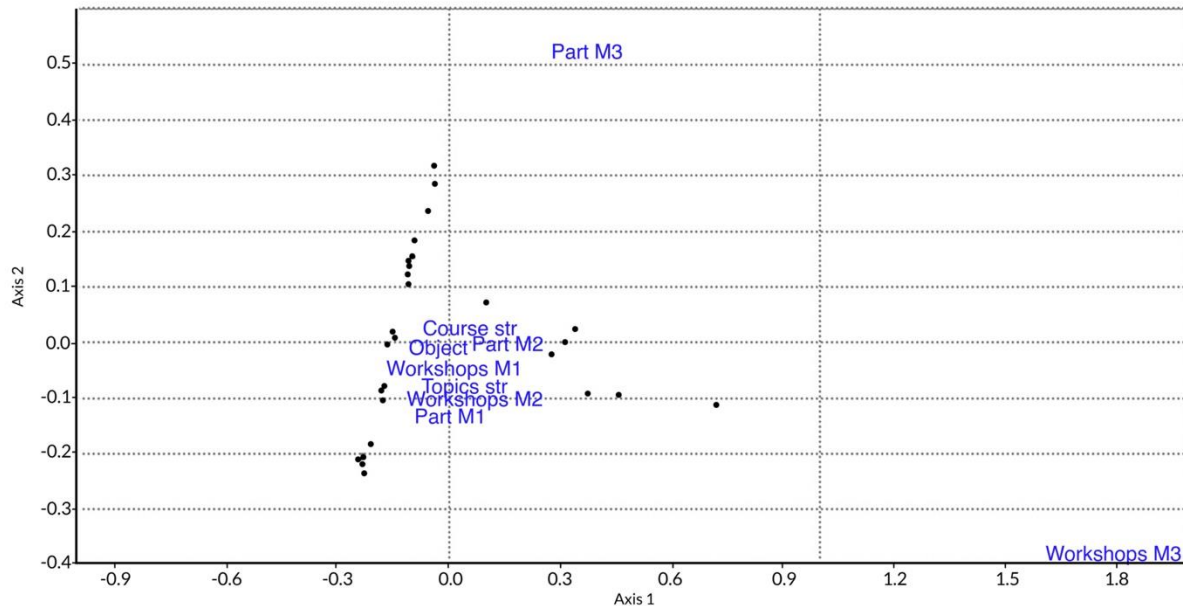


Figure 9. Correspondence analysis between the variables that affected the development of the curriculum and the students' grades at the end of the course intervention in cohort 3.

The workshops generated in the evolution and genetics module ($\bar{Y} = 4.59 \pm 0.63$), as well as the participation of students in the classes of the same module ($\bar{Y} = 4.54 \pm 0.59$), stood out with the best grades, while with lower grades the workshops ($\bar{Y} = 0.66 \pm 0.13$) and participation in the ecology module ($\bar{Y} = 2.18 \pm 1.44$) were recorded.

5. DISCUSSION

A growing body of research has shown that active learning is an effective strategy for increasing the levels of academic performance of students in higher education (Freeman et al., 2014; Haak et al., 2011; Hartikainen et al., 2019; Tal & Tsaushu, 2018). It has also been shown that the use of active learning in university classrooms allows academic performance to level off so that some students do not lag behind (Freeman et al., 2014; Haak et al., 2011; Rodenbusch et al., 2016). In general terms, the findings of our research converged with these approaches.

In the three modules studied, we found that there were differences in the knowledge of the students at the time of beginning the introductory biology course. Thus, according to their knowledge level, students could be grouped into subgroups that have statistically significant differences and that could cause lags and dropouts. These differences could be associated with social sectors that are traditionally underrepresented in academia (Caicedo & Castillo, 2008; Gegenheimer et al., 2017; Melo-Becerra et al., 2017; Meneses Pardo, 2011). So, in order to build a more inclusive university, initial courses should attempt to close these knowledge gaps so that all students remain in college.

After implementing introductory biology courses with an active learning approach, academic gaps were found to narrow. In module 1, at the end of the course, there were no

statistical differences between the three subgroups, denoting a homogenization in the appropriation of knowledge, at the same time that they showed a global improvement in their performance when evaluating the topics of the course. In module 2, at the end of the course, two groupings were generated, one consisting of subgroups of the initial diagnosis one, two and three, in which the homogenization of the knowledge gained was evident, and the second group formed by subgroup four that showed a lower performance in the appropriation of knowledge. This case seemed to indicate the importance of making greater efforts for leveling performance, since subgroup 4 maintained its lag. It might be necessary to use academic support strategies such as those proposed by Gegenheimer et al. (2017). On the other hand, in module 3, at the end of the course, between the three subgroups no statistical differences were found. These results indicated that a good part of the students with low initial knowledge levels achieved similar performances to those of students with a better academic background at the beginning of the course. As a whole, the results showed a homogenization and improvement in the performance of the students.

The results seem to be consistent with the findings reported in other countries that highlight the usefulness of active learning for improving all student learning (Auerbach & Andrews, 2018; Freeman et al., 2014; Gegenheimer et al., 2017). It should be noted that the academic success of students during the first year was associated with a higher probability of graduating (Rodenbusch et al., 2016). So, although it was necessary to extend the studies, it could be suggested that active learning might contribute to changing the trends reported in Colombian universities (Barragán-Díaz & Patiño-Garzón, 2013; Melo-Becerra et al., 2017), in which initial courses are a factor that increases dropouts.

In the three modules studied, we found that performance was higher in the modules of evolution and genetics, and of cell and organismic biology compared to the module of ecology coinciding with the results reported in the evaluation of the students in the course, in which participation in the activities of module three were not well-qualified. This suggests the need to review the design of the activities in this module and to investigate in detail what are the academic difficulties that students encounter when addressing certain topics. Indeed, some authors have pointed out that although active learning is a key strategy in science education, not all topics could be adapted to it (Matsushita, 2018) and as Heinemann and Goldstien (2020) state, "How and how much active learning is used may need to be customized depending on the class, level of the student, instructor or subject matter" (p. 11). Therefore, the combination of strategies could, in some cases, be recommended. This implies a need to continue to investigate the specific contexts in which active learning is implemented.

Regarding the students' perception of the course, a positive assessment was shown by the students. For example, the average for the course structure ($\bar{Y} = 4.6 \pm 0.69$) registered the highest value with respect to the other responses related to the program. This confirms the positive reception of the pedagogical proposal, which differs from the traditional manner of teaching that focuses on lectures, in which introductory biology courses have been developed. These results are relevant because it has been found that the use of active learning can be unpopular among students, since they perceive that this strategy implies investing more study time with respect to traditional lectures (Henderson et al, 2018). However, in this research the students did not report feeling uncomfortable with the focus of the activities.

The improved evaluation of the course by the course's students could be explained by the fact that their academic performance improved and that the knowledge gaps between the established subgroups decreased. In some ways, this points to the importance of creating learning environments in which all students feel that they can improve their performance and promote their self-efficacy. As some studies have pointed out, one of the causes of dropping out and rejection of science and mathematics areas is the perception of the students leading them to believe that they will not be successful in these fields.

Finally, it should be noted that our research did not specifically inquire about the development of skills, interest, and attitudes; aspects that are important when evaluating science learning and that have been evaluated in the implementation of active learning in university classrooms (Felege & Ralph, 2019). That is an important limitation of this study, and an opportunity for research, assessing the development of attitudes and skills in science university courses.

6. CONCLUSIONS

The multivariate analyses applied in this research showed their robust and consistent relevance, by addressing both the sense of the students belonging to the groups within each module, the differences between the groups in the modules, and at the same time that focused on the most relevant measured variables in the study, establishing the associations that occurred in it.

In the three modules studied, significant statistical differences were obtained between the subgroups formed at the beginning of each course. These demonstrated the heterogeneity in the training process prior to entering the University. In general, at the end of the intervention in the modules, there was a tendency to improve knowledge of the discipline as well as a homogenization in the appropriation of knowledge.

There are differences between the results for the performance and the internalization of knowledge in biology between the modules of each intervened group, in which the modules of evolution and genetics, and cell and organismic biology showed, on average, the best results.

REFERENCES

- Aguilera, A., Schreier, J., & Saitow, C. (2017). Using Iterative Group Presentations in an Introductory Biology Course to Enhance Student Engagement and Critical Thinking. *American Biology Teacher*, 79(6), 450-454.
- Aikens, M. (2020). Meeting the Needs of A Changing Landscape: Advances and Challenges in Undergraduate Biology Education. *Bulletin of Mathematical Biology*, 82:60. <https://doi.org/10.1007/s11538-020-00739-6>
- American Association for the Advancement of Science (2009). Vision and Change in Undergraduate Biology Education: A Call to Action, Washington, DC. <http://visionandchange.org/finalreport> (accessed 23 August 2020).
- Armbruster, P., Patel, M., Johnson, E., & Weiss, M. (2009). Active learning and student-centered pedagogy improve student attitudes and performance in introductory biology. *CBE Life Sciences Education*, 8(3), 203–213. <http://doi.org/10.1187/cbe.09-03-0025>

- Auerbach, A. J. J., & Andrews, T. C. (2018). Pedagogical knowledge for active-learning instruction in large undergraduate biology courses: a large-scale qualitative investigation of instructor thinking. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <http://doi.org/10.1186/s40594-018-0112-9>
- Barragán-Díaz, D., & Patiño-Garzón, L. (2013). Elementos para la comprensión del fenómeno de la deserción universitaria en Colombia. Más allá de las mediciones.. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 9(16), 55-66.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No.1.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., and Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. National Academies Press.
- Caicedo, J., & Castillo, E. (2008). Indígenas y afrodescendientes en la universidad colombiana: nuevos sujetos, viejas estructuras. *Cuadernos Interculturales*, 6(10), 62-90.
- Canning, E. A., Harackiewicz, J. M., Priniski, S. J., Hecht, C. A., Tibbetts, Y., & Hyde, J. S. (2018). Improving performance and retention in introductory biology with a utility-value intervention. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 834–849. <http://doi.org/10.1037/edu0000244>
- Cottone, A. M., & Yoon, S. (2020). Improving the design of undergraduate biology courses toward the goal of retention: The case of real-world inquiry and active learning through metagenomics. *Journal of Microbiology and Biology Education*, 21(1). <http://doi.org/10.1128/JMBE.V21I1.1965>
- Dyer, J. O., & Elsenpeter, R. L. (2018). Utilizing quantitative analyses of active learning assignments to assess learning and retention in a general biology course. *Bioscene*, 44(1), 3–12.
- Dewsbury, B., & Brame, C. (2019). Inclusive teaching. *CBE Life Sciences Education*, 18(2), 1-5.
- Eddy, S. L., & Hogan, K. A. (2014). Getting under the hood: how and for whom does increasing course structure work? *CBE Life Sciences Education*, 13(3), 453–468.
- Felege, C., & Ralph, S. (2019). Evaluating the efficacy of a student-centered active learning environment for undergraduate programs (SCALE-UP) classroom for major and non-major biology students. *Journal of Biological Education*, 53(1), 98-109. <http://doi.org/10.1080/00219266.2018.1447001>
- Fleder, A. & Ide, D. (2015). *Disrupting Latin America's Classrooms: Best Practices for PreK-12 Education*. Americas Society, and Council of the Americas. https://www.as-coa.org/sites/default/files/DisruptingLatinAmClassrooms_WhitePaper.pdf
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415.
- Gegenheimer, J. B., Wilson IV, C. A., Steele, A., & Waggenspack Jr., W. N. (2017). Closing the gap: Using supplemental instruction as a tool to assist minorities in engineering. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2017-June.
- Goldey, E. S., Abercrombie, C. L., Ivy, T. M., Kusher, D. I., Moeller, J. F., Rayner, D. A., Smith, C. F., & Spivey, N. W. (2012). Biological inquiry: A new course and assessment plan in response to the call to transform undergraduate biology. *CBE Life Sciences Education*, 11(4), 353–363. <http://doi.org/10.1187/cbe.11-02-0017>
- Haak, D. C., Hille Ris Lambers, J., Pitre, E., & Freeman, S. (2011). Increased structure and active learning reduce the achievement gap in introductory biology. *Science*, 332 (6034), 1213-1216.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Harackiewicz J. M., Canning, E. A., Tibbetts, Y., Priniski, S. J., & Hyde, J. S. (2016). Closing achievement gaps with a utility-value intervention: disentangling race and social class. *Journal of Personality and Social Psychology*, 111, 745–65.

- Harackiewicz, J. M., & Priniski, S. J. (2018). Improving Student Outcomes in Higher Education: The Science of Targeted Intervention. *Annual Review of Psychology*, 69, 409-435.
- Hartikainen, S., Rintala, H., Pylväs, L., & Nokelainen, P. (2019). The Concept of Active Learning and the Measurement of Learning Outcomes: A Review of Research in Engineering Higher Education. *Education Sciences*, 9, 276. <http://doi.org/10.3390/educsci9040276>
- Heinemann, J. A., & Goldstien, S. (2020). 'Bums off seats': measuring the effects of active learning in an undergraduate molecular biology curriculum. *Journal of Biological Education*, 0(0), 1-12. <http://doi.org/10.1080/00219266.2020.1748687>
- Henderson, C., R. Khan, and M. Dancy. 2018. "Will My Student Evaluations Decrease if I Adopt an Active Learning Instructional Strategy?" *American Journal of Physics*, 86(12), 934-942. <http://doi.org/10.1119/1.5065907>
- Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. (2020). How to face the learning crisis in Latin America? An overview of public policy recommendations: evidence from the Regional Comparative and Explanatory Studies of Latin-American Laboratory for Assessment of the Quality of Education (LLECE). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375140_eng
- Matsushita, K. (2018). An Invitation to Deep Active Learning. In: K., Matsushita. (ed.). *Deep Active Learning*. (pp. 15-34). Springer.
- Meena, S., & Naik, M. (2019). *Advances in Biological Science Research*. Academic Press.
- Melo-Becerra, L., Ramos-Forero, J., & Hernandez-Santamaria, P. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Desarrollo y Sociedad*, 78, 59-111.
- Meneses Pardo, A. (2011). Factores asociados a la deserción de estudiantes que ingresaron por condición de excepción indígena a la Universidad del Valle en 2001-II. *Sociedad y economía*, 20, 69-98.
- Mertler, Craig. A., & Vannatta, Rachel. (2017). *Advanced and Multivariate Statistical Methods. Practical application*. Routledge.
- Mizokami, S. (2018). Deep Active Learning from the Perspective of Active Learning Theory. In: K., Matsushita. (ed.). *Deep Active Learning*. (pp. 79-94). Springer.
- Mora, C., Sánchez, S., Becerra, R., Rodríguez, G., Álvarez, A., & Martínez, B. (2021). Active Learning of Physics in Latin America. *Journal of Physics: Conference Series* 1929, 012002. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1929/1/012002>
- NRC (2003). *BIO2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists*. National Academies Press.
- OECD/ECLAC/CAF. (2016). *Latin American Economic Outlook 2017: Youth, Skills and Entrepreneurship*. OECD Publishing.
- Protzko J., & Aronson, J. (2016). Context moderates affirmation effects on the ethnic achievement gap. *Soc. Psychol. Personal. Sci*, 7, 500-507.
- Rodenbusch, S. E., Hernandez, P. R., Simmons, S. L., & Dolan, E. L. (2016). Early engagement in course-based research increases graduation rates and completion of science, engineering, and mathematics degrees. *CBE Life Sciences Education*, 15(2), ar20. <http://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0117>
- Rodríguez-Urrego, M. (2019). La investigación sobre deserción universitaria en Colombia 2006-2016. Tendencias y resultados. *Pedagogía y Saberes*, 51, 49-66.
- Romero-Hall, E. (2021). Current initiatives, barriers, and opportunities for networked learning in Latin America. *Educational Technology Research and Development* 69, 2267-2283. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09965-8>.
- Suárez, O. J., Imbanchi-Rodríguez, I. A. ., & Becerra-Rodríguez, D. F. (2022). Comprensión de circuitos eléctricos apoyados en el aprendizaje activo y en dispositivos móviles. *Eco Matemático*, 13(1), 46-54. <https://doi.org/10.22463/17948231.3356>
- Tal, T., & Tsaushu, M. (2018) Student-centered introductory

biology course: evidence for deep learning. *Journal of Biological Education*, 52(4), 376-390.
<http://doi.org/10.1080/00219266.2017.1385508>

Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., 2nd, Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., Lowe, A., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(12), 6476-6483.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>

Waniek, I., & Nae, N. (2017). Active learning in Japan and Europe. *Euromentor Journal*, 8, 82-97.

Wienhold, C. J., & Branchaw, J. (2018). Exploring biology: A vision and change disciplinary first-year seminar improves academic performance in introductory biology. *CBE Life Sciences Education*, 17(2), 1-11.
<http://doi.org/10.1187/cbe.17-08-0158>

**ESTRUTURAS COGNITIVAS E CONCEÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ENERGIA: ESTUDO
PRELIMINAR EM FUTUROS PROFESSORES DO 1º CEB**

COGNITIVE STRUCTURES AND ALTERNATIVE CONCEPTIONS ABOUT ENERGY: PRELIMINARY
STUDY IN FUTURE PRIMARY SCHOOL TEACHERS

ESTRUCTURAS COGNITIVAS Y CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE LA ENERGÍA: UN ESTUDIO
PRELIMINAR EN FUTUROS DOCENTES DE PRIMARIA

Ana Maia Fernandes¹ & Sandra Soares^{1,2,3}

¹Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, Lisboa, Portugal

²Departamento de Física, Faculdade de Ciências, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

³Centro de Matemática e Aplicações, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

ana.maia.fernandes@ubi.pt

RESUMO | O ensino-aprendizagem do conceito de energia tem sido largamente estudado em Didática das Ciências. O seu caráter abstrato e transdisciplinar torna o seu conhecimento difícil, sendo, no entanto, abordado indiretamente nas aprendizagens do 1º CEB. As concepções alternativas sobre o conceito de energia não são exclusivas dos alunos, estando também presentes em professores. Problema: na ausência de um estudo a nível nacional que faça a análise desta problemática, este estudo piloto pretende analisar as estruturas cognitivas e concepções alternativas de futuros professores do 1º CEB. Métodos: teste de associação de palavras e formulação de uma frase sobre energia. Resultados: verifica-se que nenhum dos participantes conseguiu completar o teste e que as palavras se distribuem por seis categorias. Por outro lado, as frases revelam uma tendência antropocêntrica. Contributos: este estudo piloto pode constituir uma referência para o *design* de um estudo mais aprofundado, com uma maior abrangência.

PALAVRAS-CHAVE: Física, Energia, Educação básica, Futuros professores, Concepções alternativas.

ABSTRACT | The teaching-learning of the concept of energy has been widely studied in Science Didactics. Its abstract and transdisciplinary character nature makes it difficult to understand, but it is, however, indirectly addressed in the learning of the 1st cycle of basic education. Alternative conceptions about the concept of energy are not exclusive to students, being also present in teachers. Problem: in the absence of a national study that analyses this problem, this pilot study aims to analyse the cognitive structures and alternative conceptions of future primary school teachers. Methods: word association test and formulation of a sentence about energy. Results: it was found that none of the participants managed to complete the test and that the words were distributed by six categories. On the other hand, the sentences reveal an anthropocentric tendency. Contributions: This pilot study can be a reference for the *design* of more in-depth study, with a larger scope.

KEYWORDS: Physics, Energy, Basic education, Future teachers, Alternative conceptions.

RESUMEN | La enseñanza-aprendizaje del concepto de energía ha sido ampliamente estudiada en Didáctica de las Ciencias. Su carácter abstracto y transdisciplinar dificulta su conocimiento, siendo, sin embargo, abordado indirectamente en el aprendizaje de Primaria. Las concepciones alternativas sobre el concepto de energía no son exclusivas de los estudiantes, también están presentes en los docentes. Problema: a falta de un estudio nacional que analice este problema, este estudio piloto pretende analizar las estructuras cognitivas y concepciones alternativas de los futuros docentes de Primaria. Métodos: prueba de asociación de palabras y formulación de una oración sobre energía. Resultados: parece que ninguno de los participantes logró completar la prueba y que las palabras se distribuyen en seis categorías. Por otro lado, las oraciones revelan una tendencia antropocéntrica. Contribuciones: Este estudio piloto puede servir de referencia para el diseño de un estudio más profundo, con mayor alcance.

PALABRAS CLAVE: Física, Energía, Educación primaria, Futuros docentes, Concepciones alternativas.

1. INTRODUÇÃO

Uma sociedade em permanente mudança e tecnológica exige uma escola onde a educação científica seja valorizada. Isso implica uma formação sólida em ciência por parte dos alunos e professores. Para que por parte dos alunos seja adequada, tem de ser iniciada cedo (nos primeiros anos de escolaridade) e orientada por professores com uma formação adequada. A razão principal pelo que as crianças do 1º ciclo devem aprender ciência relaciona-se com a necessidade de conhecimento do mundo que as rodeia de forma a integrarem-se harmoniosamente no mesmo, num contexto de uma sociedade democrática (Barros, 2005).

O ensino-aprendizagem do conceito de energia tem sido largamente estudado nas últimas décadas, em Didática das Ciências. O seu carácter abstrato torna-se de difícil compreensão, principalmente em alunos cujo formalismo em termos conceptuais e matemáticos é ainda insuficiente. Por outro lado, o seu carácter transdisciplinar torna o seu conhecimento compartimentado. Em Ciências Físico-Químicas é iniciado o seu estudo no 7º ano do Ensino Básico, sem, contudo, haver o foco na definição do conceito. Contudo, ao analisar-se o documento das Aprendizagens Essenciais da disciplina de Estudo do Meio do 2º, 3º e 4º anos, do 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB), compreende-se uma aprendizagem indireta do conceito de energia.

As concepções alternativas sobre o conceito de energia não são exclusivas dos alunos, estando também presentes em professores e futuros professores. (Keles et al, 2010; Zhang et al., 2019). Na ausência de um estudo a nível nacional que faça a análise desta problemática, este estudo piloto pretende analisar as estruturas cognitivas e concepções alternativas de futuros professores do 1º CEB através de um teste de associação de palavras e formulação de uma frase sobre energia.

Uma vez que os professores do 1º ciclo ensinam os conceitos básicos científicos, mas utilizam principalmente o *termo* energia num contexto social e de linguagem do dia-a-dia, o objetivo deste estudo é explorar as estruturas cognitivas e as concepções alternativas de alunos de Mestrado em Ensino do 1º CEB acerca do tema energia. Alinhadas com os objetivos do estudo, as questões-problemas serão as seguintes:

1. Quais as estruturas cognitivas dos futuros professores acerca do tema energia?

2. QUAIS AS CONCEÇÕES ALTERNATIVAS DOS FUTUROS PROFESSORES ACERCA DO TEMA ENERGIREVISÃO DA LITERATURA

A educação em ciências tem vindo a ganhar maior importância nos últimos anos devido ao impacto que a própria ciência tem no quotidiano dos indivíduos, ao nível da sua qualidade de vida mas também na possibilidade que lhes dá de participarem em discussões do foro científico e tecnológico, enquadradas numa cultura democrática (Cachapuz, 2000). Se os alunos soubessem que a pimenta se dissolve em gorduras, talvez preferissem comer pão com manteiga a beber um copo de água (Atabek-Yigit et al., 2016)! A educação em ciências implica o conhecimento dos conceitos básicos, críticos, para o conhecimento do aluno (Rasul et al., 2019). À questão “que ciência se aprende na escola?” [em Portugal], Afonso (2013) responde com a necessidade de se aumentar a exigência conceptual, ao nível da escola.

O conceito de energia é uma das noções fundamentais em ciência, transversal a diversas áreas científicas, sendo um conceito fundamental para a compreensão dos fenômenos que ocorrem na natureza. Por outro lado, a utilização societária do termo, no campo da alimentação, estados físicos, atividades desportivas, entre outras, faz com que os alunos, e até os professores, sintam dificuldades na compreensão, e no ensino, deste tema (Celia Kruger et al., 1990). Adicionalmente, este conceito está presente nas várias áreas científicas. Em Biologia, energia é associada a um conceito relacionado com as cadeias alimentares, ou processos metabólicos, em Química, é referido a propósito das ligações moleculares e em Física está relacionado a duas manifestações – potencial e cinética (Yaylaci et al., 2011). O ensino do conceito de energia tem sido um tema extensamente estudado pelos especialistas em Didática das Ciências. Enquanto nos primeiros anos de escolaridade, os alunos adquirem geralmente um conceito de energia cientificamente errado, no ensino secundário, a maioria considera apenas os aspetos quantitativos da energia num determinado campo, como a mecânica, e assim não aplicando o conceito de conservação da energia de forma unificada (Bachtold, 2018).

O estabelecimento de estruturas cognitivas através do relacionamento correto de vários conceitos desempenha um papel muito importante na aprendizagem conceptual. Sendo as estruturas cognitivas definidas como estruturas teóricas que mostram as relações conceptuais ao nível da memória de longo prazo, torna-se importante assegurar que os professores têm o conhecimento de como os seus alunos recebem e constroem essa informação (Avci, 2021).

2.1 A disciplina de Estudo do Meio no 1º CEB e o ensino do conceito de energia

A disciplina de Estudo do Meio, no 1º CEB é considerada um pilar estruturante do 1º ciclo. As Aprendizagens Essenciais no que diz respeito ao 1º CEB, nomeadamente nesta disciplina, referem a necessidade de “centrar os processos de ensino nos alunos, enquanto agentes ativos na construção do seu próprio conhecimento”, promovendo uma metodologia científica e experimental, bem como uma abordagem integrada dos conhecimentos, numa perspetiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (DGE, 2018). Ao longo do 1º CEB, na disciplina de Estudo do Meio são abordados vários temas relacionados com Física, como fenômenos elétricos, fenômenos térmicos ou movimentos, nos domínios natureza e tecnologia, que direta ou indiretamente estão relacionados com o tema da energia, embora as Aprendizagens Essenciais não se refiram diretamente ao conceito conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1- Conhecimentos, capacidades e atitudes dos alunos do 1º CEB em temas relacionados com Física, no 2º, 3º e 4º ano (DGE, 2018)

Ano de Escolaridade	Conhecimentos, capacidades e atitudes dos alunos: temas relacionados com Física
2º	Estabelecer a correspondência entre as mudanças de estado físico e as condições que as originam, com o ciclo da água, Distinguir as diferenças existentes entre sólidos, líquidos e gases. Identificar a existência de transformações reversíveis.
3º	Comparar o comportamento da luz no que respeita à linearidade da sua propagação em diferentes materiais. Estabelecer uma relação de causa-efeito decorrente da aplicação de uma força sobre um objeto e do movimento exercido sobre o mesmo em diferentes superfícies. Manusear operadores tecnológicos (elásticos, molas, interruptor, alavanca, roldana, etc.) de acordo com as suas funções, princípios e relações. Reconhecer o efeito das forças de atração e repulsão na interação entre magnetes.
4º	Comparar diversos materiais, por exemplo, através dos circuitos elétricos, indicando se são isoladores ou condutores elétricos, discutir as suas aplicações, bem como, as regras de segurança na sua utilização. Reconhecer o contributo da Ciência e da Tecnologia na melhoria da qualidade de vida: previsão/mitigação da ocorrência de catástrofes naturais e tecnológicas, saúde, telecomunicações, transportes, ... Produzir soluções tecnológicas através da reutilização ou reciclagem de materiais (catavento, forno solar, roda hidráulica...).

Será mais tarde, já no 7º ano de escolaridade do 3º ciclo do Ensino Básico (3º CEB), na disciplina de Ciências Físico-Químicas que se abordará o tema da energia, identificando processos de transferência de energia e a Lei da Conservação da Energia, sem contudo haver o foco na definição do conceito (DGE, 2018). Por outro lado, as Orientações Curriculares para o 3º CEB, referem a necessidade do trabalho interdisciplinar na disciplina de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas com vista à aprendizagem do conceito de energia (DGE, 2001).

Atualmente as Escolas Superiores de Educação e as Universidades promovem a formação científica destes futuros professores. Contudo, nem sempre a formação de professores terá acompanhado as exigências da educação científica, conforme refere Silva et al. (2013). Barros (2005) refere que a obrigatoriedade da formação dos professores em Universidades e Escolas Superiores de Educação, em meados da década de 80, não aportou uma melhoria do ensino experimental das ciências no 1º CEB. No final da década de 90 a formação de professores de 1º CEB passou a ser de quatro anos, sendo dada oportunidade aos docentes já formados de atualizarem a sua formação. Coexistem, contudo, professores no sistema educacional com formações muito diversas o que poderá condicionar as propostas metodológicas que se repercutem na sala de aula. Quinta e Costa el al. (2000), por sua vez, refere que os temas “luz”, “eletricidade”, “magnetismo”, “pressão” e “som” são os temas cujos conteúdos são aqueles com os quais os atuais professores do 1º CEB se sentem mais inseguros a ensinar, ao contrário, do que acontece com os temas “ciclo da água” e “seres vivos”. Claramente há uma maior segurança nos temas relacionados com Biologia e uma menor segurança nos temas relacionados com Física. Outros dois fatores poderão explicar estas dificuldades: (1) a formação dos futuros professores

não ser na área das ciências (Quinta, 2000) e (2) a qualidade dos manuais escolares, nos quais os professores mantêm a orientação da sua prática pedagógica, ser insuficiente (Afonso, 2013). Estes fatores poderão levar ao facto de a Física ser considerada uma disciplina difícil quer a nível do ensino básico, secundário e mesmo universitário (Wahyuniet al., 2018).

2.2 Concepções alternativas sobre energia

Enquanto a aprendizagem decorre, os alunos incorporam conceitos cientificamente incorretos nas suas estruturas cognitivas. Pode dizer-se então que uma concepção alternativa não é apenas uma resposta errada em função da falta de uma informação, mas o resultado de crenças ou experiências incorretas (Avci, 2021). Efetivamente, uma concepção alternativa define um conceito de uma forma completamente diferente do real conceito científico que detêm os cientistas. Possuem várias características, como o facto de serem extremamente estáveis e associadas às estruturas cognitivas, afetando o modo como os estudantes entendem os fenómenos físicos e relacionam as explicações científicas, afetando a jusante as suas aprendizagens posteriores (Suprpto, 2020).

Megalakali (2016) refere que os alunos mais novos têm fundamentalmente uma concepção de energia antropocêntrica e associada aos seres vivos, movimento e capacidade de realizar ações, enquanto os alunos do ensino secundário tendem a considerar a energia como algo que produz efeitos e que se consome. Segundo Trumper et al. (2000), as concepções alternativas mais comuns em alunos enquadram-se em sete principais categorias:

1. Antropocêntrica: a energia associada a atividades humanas;
2. Depósito: a energia está depositada em alguns objetos que a podem gastar;
3. Ingrediente: como componente de objetos, libertada sob determinadas circunstâncias;
4. Atividade: a energia como atividade;
5. Produto: a energia como subproduto de uma atividade;
6. Função: a energia como combustível;
7. Transferência de fluxo: a energia como fluido transferido em processos.

Para que haja uma mudança conceptual será necessário que decorra uma diferenciação. Inicialmente a criança, ou o adolescente, detém um conceito vago e global, indiferenciado, que posteriormente se vai subdividir em conceitos individuais. É o caso dos conceitos de “tamanho” e “peso”, “peso” e “densidade” e “energia” e “força”. A não distinção entre o conceito de energia e força é uma das concepções alternativas mais comuns, que requer um processo longo de aprendizagem por parte dos alunos, de confronto com as suas próprias convicções e aprendizagens intuitivas anteriores (Megalakali,2016).

2.2.1 Concepções alternativas em professores e futuros professores

As concepções alternativas não são exclusivas dos alunos: mesmo os adultos, e inclusivamente os professores podem experienciar este fenómeno. Geralmente estas concepções alternativas encontram-se na área das ciências, e na área da Física, e têm sido exaustivamente estudadas na ótica da Didática das Ciências, nas últimas décadas (Suprpto, 2020).

Os professores desempenham um papel muito importante, ao contribuírem para a compreensão dos conceitos em ciência. Contudo, por vezes, reside nos próprios professores, a origem dessas concepções alternativas, pois estes partilham-nas com os estudantes (Kaltakci-Gurel, 2016; Kanli, 2014). Estas concepções alternativas em professores podem ter origem numa preparação inadequada em Física, por um lado, sendo que esta compreensão incompleta dos conceitos será repercutida nos estudantes e, por outro, num método de ensino que apenas enfatiza um aspeto do conceito, ficando este incompleto (Suprpto, 2020).

A literatura refere a importância da realização de mais estudos que analisem as concepções alternativas dos professores e futuros professores, com vista à melhoria da formação desses profissionais e à diminuição dessas concepções alternativas subsequentes nos estudantes (Rasul et al., 2019). As estruturas cognitivas podem ser definidas pelo modo como os conceitos estão organizados a nível mental, podendo ser investigadas através de várias metodologias, entre as quais o teste de associação de palavras. Esta metodologia é a mais utilizada, sendo fornecida uma palavra inicial à qual os participantes associam as primeiras palavras num curto intervalo de tempo. Estes conceitos são depois organizados em mapas conceptuais (Atabek-Yigit, et al., 2016, Hacioğlu, 2016).

3. METODOLOGIA

Neste estudo, foi utilizado um questionário online, incluindo um teste de associação de palavras e uma técnica de escrita, pedindo aos participantes que elaborassem uma frase que melhor descreve o conceito de energia. O grupo é composto por 10 alunos de Mestrado em Ensino do 1º CEB, do ano letivo 2021-22, de uma instituição de Ensino Superior da área metropolitana de Lisboa, sendo constituído por dois estudantes do sexo masculino e oito estudantes do sexo feminino.

A recolha de dados através do questionário online foi realizada durante duas semanas. Antes do início do preenchimento do inquérito, os participantes foram informados acerca do anonimato da sua participação e finalidade do estudo, bem como do tempo limite para o seu preenchimento (3 minutos). Na primeira parte, foi utilizado um teste de associação de palavras. O teste de associação de palavras, à semelhança de mapas conceptuais, tem sido utilizado nas últimas décadas como técnicas para analisar a natureza das estruturas cognitivas. O teste consiste numa técnica inventada por Francis Galton em 1879 para analisar diferenças individuais, baseando-se numa palavra estímulo, devendo o participante responder com a primeira palavra que associa. Os participantes preencheram os espaços (no máximo dez) com as primeiras dez palavras que associam a “energia”. A palavra “energia” aparece repetida dez vezes para que os participantes não façam associação de palavras com o conceito que escreveram anteriormente (Atabek-Yigit, 2016). Na segunda parte, os participantes preencheram uma frase que descreve o conceito principal de energia, tendo sido avaliado o carácter científico da frase e se contém, ou não, concepções alternativas.

4. RESULTADOS

O tratamento de dados relacionado com o teste da associação de palavras permitiu encontrar 37 termos, num total de 81. As categorias utilizadas foram adaptadas do estudo de Avci (2021), ou seja, “tipos de energia”, “conceitos”, “fontes de energia”, “propriedades”, “situações que levam à produção de energia” e situações afetivas”. Os resultados obtidos em termos de frequência absoluta são os indicados na Tabela 2.

Tabela 2- Teste da associação de palavras: categorização, termos e sua frequência

	Palavras	Frequência absoluta	Frequência absoluta total categoria
Tipos de Energia	eólica	6	14
	hídrica	5	
	nuclear	3	
Conceitos relacionados com energia	calor	4	28
	eletricidade	4	
	radiação	1	
	luz	1	
	eletrões	1	
	cinética	1	
	movimento	2	
	tensão	4	
	potência	2	
	kW	2	
	vibração	1	
	trabalho	1	
	força	4	
	Fontes de energia	carvão	
renovável		6	
não-renovável		5	
sol		5	
respiração celular		1	
alimentos		1	
baterias		1	
água		1	
Painéis fotovoltaicos		1	
máquina		1	
movimento		1	
ATP		2	
aquecimento		1	
Propriedades da energia		transferência	1
	desperdício	1	
	consumo	1	
	poupança	3	
Situações que levam à produção de energia	vida	1	2
	ciclo de Krebs	1	
Situações afetivas relacionadas com “energia”	motivação	1	1

Por outro lado, nos resultados relativos às frases escritas elaboradas pelos futuros professores, que pretendem ser demonstrativas das suas concepções alternativas, foram apenas obtidos nove resultados, já que um dos participantes não respondeu. As frases elaboradas estão também relacionadas com as categorias encontradas:

- três estão relacionadas com conceitos
- três estão relacionadas com propriedades
- duas estão relacionadas com fontes de energia
- uma está relacionada com uma situação afetiva

Relativamente aos conceitos, duas relacionam a energia com o movimento (“todo o movimento tem uma energia associada” e “os movimentos requerem energia”); a outra possui uma concepção alternativa, ao fazer a equivalência da energia com a potência (“a energia é uma potência utilizada em diversas tarefas, pode ser criada pelo homem ou natural”). As frases relacionadas com propriedades da energia associam-na à “poupança” e ao “gasto” (“devemos poupar energia”).

As frases relacionadas com as fontes de energia associam-na aos processos metabólicos da respiração celular (por exemplo, “a glicose é a molécula que fornece mais energia às nossas células”)

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com este grupo piloto permitiu organizar os termos obtidos no teste de associação de palavras em seis categorias. É de referir que apenas um dos participantes completou os dez termos solicitados, apesar de nenhum dos participantes ter excedido o seu tempo limite, estando alegadamente presente alguma dificuldade. As duas categorias com mais termos utilizados foram os conceitos e as fontes de energia, categorias essas onde se enquadram as frases solicitadas aos participantes, na segunda etapa. No inquérito realizado, os conceitos de “força”, “calor”, “eletricidade” e “tensão” são os mais presentes, bem como as fontes de energia “renováveis”, “não-renováveis” e “sol”. O termo “desperdício” surge possivelmente neste contexto como uma concepção alternativa. De salientar também, que dentro da categoria dos conceitos, as palavras relacionadas com fenómenos elétricos superam em número as dos fenómenos térmicos e dos movimentos. Estes resultados vão ao encontro ao reportado na literatura (Trumper,1997; Trumper et al., 2020), denunciando a associação entre força e energia, e a valorização da categorização entre fontes de energia. A associação do conceito energia com “motivação”, está possivelmente relacionada com o uso que se faz no dia-a-dia e não em contexto científico, tendo o(a) aluno(a) tido dificuldade em distingui-lo neste contexto.

A figura 1 mostra a rede de palavras associadas ao conceito de energia. A leitura pode ser feita, no sentido dos ponteiros do relógio, dos termos com maior frequência aos termos com menor frequência.

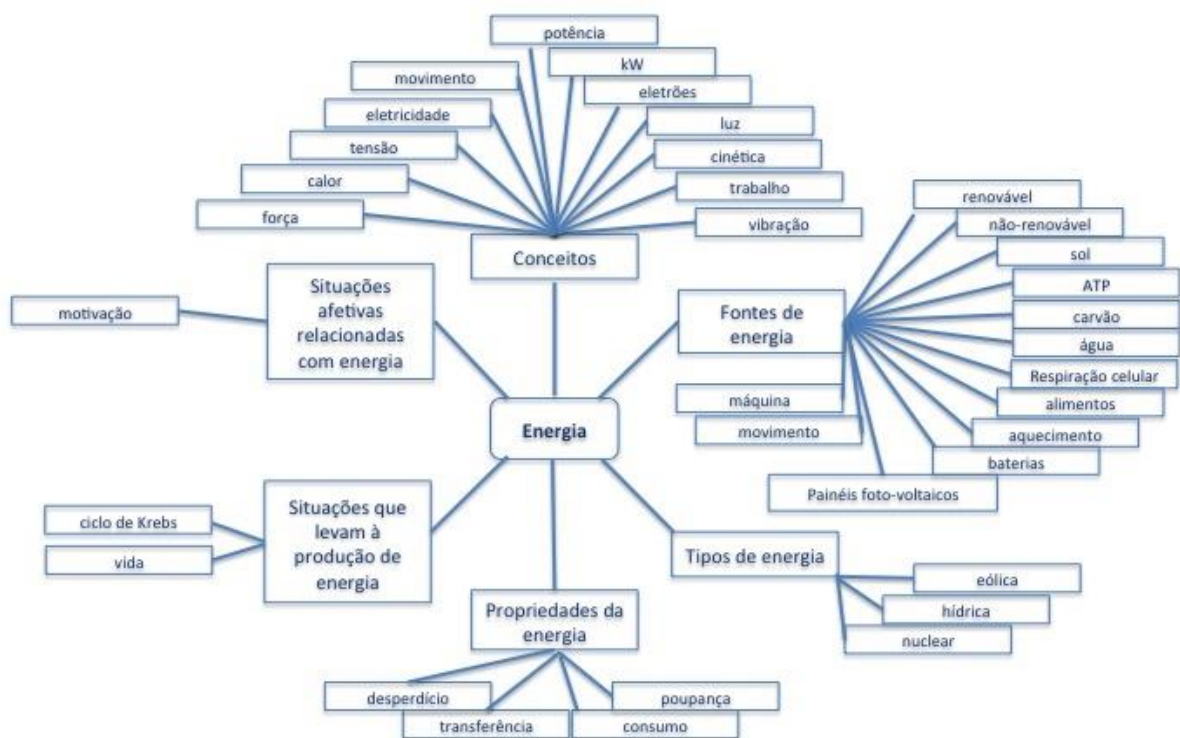


Figura 1 Mapa de conceitos (em rede) relacionados com o conceito de energia

Ao analisar as frases obtidas, apenas uma demonstra uma concepção errônea, contudo verifica-se que nenhuma aborda o caráter abstrato do conceito energia, nem tão pouco a Lei da Conservação da Energia, sendo este um tema comum às disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas no 3º CEB. Observa-se que as duas frases categorizadas em “fontes de energia”, estão relacionadas com processos metabólicos, associados aos seres vivos, assuntos com os quais os alunos estarão, possivelmente, mais familiarizados. De uma forma geral, quer os termos escolhidos, quer as frases escritas são tendencialmente antropocêntricos.

Se por um lado, os alunos do 1º CEB detêm *a priori* concepções científicas incorretas sobre o conceito de energia antes do início do estudo dos fenómenos físicos, e estas se mantêm mesmo após o ensino formal, por outro, os professores demonstram igualmente dificuldades. A não distinção entre força e energia, a associação de energia ao movimento e aos seres vivos são algumas das concepções alternativas dos professores do 1º CEB, reportadas na literatura (Trumper, 1997), confirmadas pelo nosso estudo.

Verifica-se que nenhum dos participantes conseguiu completar o teste e que as palavras associadas se distribuem por seis categorias. Por outro lado, as frases obtidas revelam uma tendência marcadamente antropocêntrica do conceito, tal como reporta a literatura.

6. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho de investigação mostram que neste grupo de participantes nenhum conseguiu completar o teste da associação de palavras, nem tão pouco definir cientificamente o conceito de energia, revelando o seu caráter abstrato. As estruturas cognitivas existentes revelam uma tendência marcadamente antropocêntrica, encontrando-se as concepções alternativas reportadas na literatura, ou seja, a associação de energia, força e movimento; energia e potência.

Uma outra reflexão que emerge deste estudo relaciona-se com o modelo de ensino aprendizagem das ciências que muitas vezes é utilizado e no qual, possivelmente, estes futuros professores terão sido enquadrados. Por um lado, uma subvalorização da conceptualização nos currículos escolares, que é considerada indispensável para a cognição, e por outro lado, uma tendência marcadamente para a memorização, para o registo de apontamentos e o estudo para as provas de conhecimento (Moreira, 2015). Este modelo claramente é insuficiente para alterar as estruturas cognitivas dos alunos, e daqueles que um dia serão futuros professores!

7. IMPLICAÇÕES

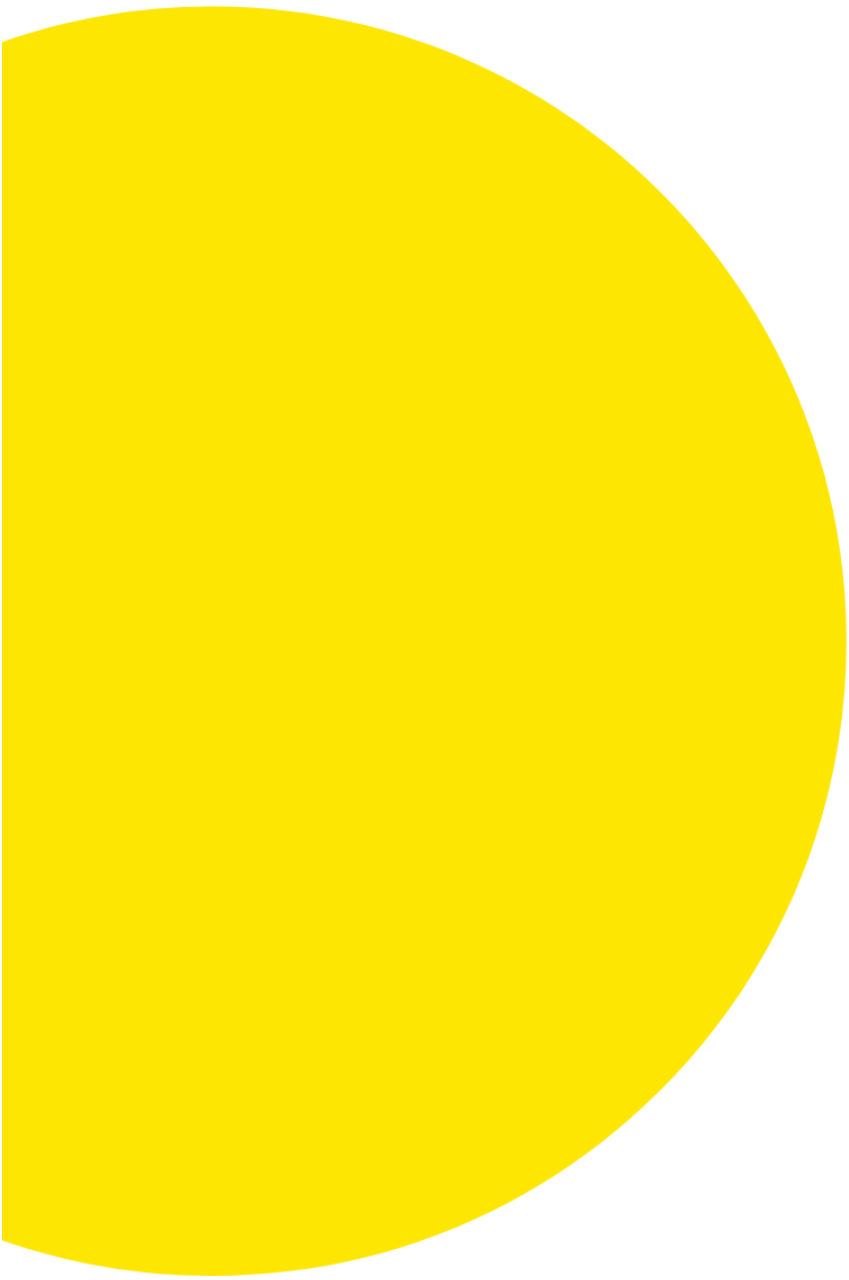
Sendo o estudo das concepções alternativas um assunto muito relevante em Didática das Ciências, nomeadamente no campo do ensino-aprendizagem da energia, poderá este estudo piloto constituir uma referência para o *design* de um estudo futuro, mais aprofundado, de âmbito nacional, com uma maior abrangência, com professores e futuros professores do 1º CEB. Para além do óbvio aumento do número de participantes, poderá ser importante adicionar uma terceira etapa ao estudo, solicitando aos participantes que identifiquem e expliquem o conceito de energia em imagens selecionadas, ou eles próprios ilustrem uma situação relacionada com o conceito de energia. Com vista a obter informação mais fidedigna, será importante relacionar estes dados com a formação inicial obtida em Física, por estes futuros professores, ao nível do seu ensino secundário e 1º ciclo (licenciatura). Será importante obter mais dados a este nível, a fim de perceber se a formação dos futuros professores do 1º CEB se encontra alinhada com as necessidades de aprendizagem conceptual deste tema tão importante, transversal a várias disciplinas, numa sociedade tecnológica como a nossa. Na ausência de um estudo nacional atual, será interessante aprofundar o conhecimento disponível sobre a correlação entre a formação inicial dos professores e as suas concepções alternativas. Por outro lado será interessante analisar o currículo das várias unidades curriculares das várias instituições de ensino superior dos Mestrados em Ensino do 1º CEB, relacionadas com o ensino das ciências e verificar a sua articulação com a atual exigência do ensino deste tema.

REFERÊNCIAS

- Afonso, M. (2013). *Que Ciência se aprende na Escola?*. Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Atabek-Yigit, E., Yilmazlar, M. & Cetin, E. (2016). Investigation of classroom teacher candidates' cognitive structures on some basic science concepts. *European Journal of Education Studies*, 1(4). 146-156. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.58247>.
- Avci, F. (2021). Determination of cognitive structures and misconceptions of pre-service science teachers' regarding the concept of "energy". *Journal of Educational Sciences*, 11(1), 9-25. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.719885>.

- Bächtold, M. (2018). How should energy be defined throughout schooling? *Research in Science Education*, 48(2), 345-367. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9571-5>.
- Barros, V. (2005). *O conceito de energia no 1º ciclo do ensino básico: Perspetiva dos professores*. [Dissertação de Mestrado]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F. & Martins, I. (2003). Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança conceptual: Contributos para a formação de professores. *Inovação*, 13(2-3), 117-137.
- Kruger, C., Summers, M., & Palacio, D. (1990). INSET for Primary Science in the National Curriculum in England and Wales: are the real needs of teachers perceived?. *Journal of Education for Teaching*, 16(2), 133-146, DOI: [10.1080/0260747900160202](https://doi.org/10.1080/0260747900160202)
- DGE (2018a). *Estudo do Meio*. <http://www.dge.mec.pt/estudo-do-meio>.
- DGE (2018b). *Aprendizagens Essenciais - Ensino Básico*. <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>.
- Hacioglu, Y. ., Yamak, H. ., & Kavak, N. . (2016). Pre-Service Science Teachers' Cognitive Structures Regarding Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) and Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 13(special), 88–102. <http://www.tused.org/index.php/tused/article/view/625>
- Kaltakçı, D. & Didiş, N. (2007). Identification of pre-service physics teachers' misconceptions on gravity concept: A study with a 3-Tier Misconception Test. *AIP Conference Proceedings*, 899, 499-500. <https://doi.org/10.1063/1.2733255>.
- Kaltakci-Gurel, D, Eryilmaz, A. & McDermott, L. C. (2016). Identifying pre-service physics teachers' misconceptions and conceptual difficulties about geometrical optics. *European Journal of Physics*, 37(4). <https://doi.org/10.1088/0143-0807/37/4/045705>.
- Kanlı, U. (2014). A Study on Identifying the Misconceptions of Pre-service and In-service Teachers about Basic Astronomy Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 471-479. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1120a>
- Keles,, O., Ertas, H., Cansiz, M. (2010). The understanding levels of preservice teachers' of basic science concepts' measurement units and devices, their misconceptions and its causes. *Procedia . Social and Behavioral Causes*, 9(1). 390-394. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.170>
- Megalakaki, O. &, Thibaut, J.P. (2016). Development and differentiation of force and energy concepts for animate and inanimate objects in children and adolescents. *Res Sci Educ.* 46(1), 457–480.. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9467-9>Moreira, M. & E Massoni, N. (2015). Interfaces entre Teorias de Aprendizagem e o Ensino das Ciências/Física. *Textos de Apoio ao Professor de Física*. 26 (6). Instituto de Física – UFRGS. https://maescencursos.medellin.unal.edu.co/pluginfile.php/8487/mod_resource/content/1/Teorias%20de%20Aprendizaje.pdf
- Quinta e Costa, M., Rosa, M. & Ferreira, V. (2006). Caracterização da prática das ciências no ensino básico: 1º ciclo. *Cadernos de Estudo*, 4, 85-91.
- Rasul, S, Shahzad, A & Iqbal, Z (2019). Teachers' misconceptions in science: Implications for developing a remedial teacher training program. *Global Social Sciences Review*, 4(3), 221-228. [http://dx.doi.org/10.31703/gssr.2019\(IV-III\).28](http://dx.doi.org/10.31703/gssr.2019(IV-III).28).
- Silva, P., Morais, A. M. & Neves, I. P. (2013). O currículo de ciências no 1º ciclo do ensino básico: Estudo de (des)continuidades na mensagem pedagógica. *Revista Portuguesa de Educação*, 26(1), 179. <https://doi.org/10.21814/rpe.3258>.
- Suprpto, N. (2020). Do we experience misconceptions?: An ontological review of misconceptions in science. *Studies in Philosophy of Science and Education*, 1(2), 50-55. <https://doi.org/10.46627/sipose.v1i2.24>.
- Trumper, R. (1990). Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept, part one. *International Journal of Science Education*, 12(4), 343–354.
- Trumper, R. (1996). A survey of israeli physics students' conceptions of energy in pre-service training for high school teachers. *Research in Science & Technological Education* 14(2), 179–92. <https://doi.org/10.1080/0263514960140205>.
- Trumper, R. (1997). The need for change in elementary school teacher training: the case of the energy concept as an example, *Educational Research*. 39 (2), 157-174. DOI: 10.1080/0013188970390204

- Trumper, R., Raviolo, A. & Shnersch, A. M. (2000). A cross-cultural survey of conceptions of energy among elementary school teachers in training: Empirical results from Israel and Argentina. *Teaching and Teacher Education* 16(7), 697-714. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(00\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00020-2).
- Yaylacı, Ö. A., Yamak, H. & Kavak, N. (2011). Examining pre-service science teachers' opinions about holistic approach in science: Electrical energy example. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2764-2770. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.185>.
- Wahyuni, A. S. A., Rustaman, N., Rusdiana, D. & Muslim, Mr. (2019). Paper Conceptions and Misconceptions of Pre-Service Teacher about Light. *Proceedings of the 1st International Conference on Advanced Multidisciplinary Research (ICAMR 2018)*. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icamr-18.2019.15>.
- Zhang, T., Chen, A. & Ennis, C. (2019). Elementary school students' naïve conceptions and misconceptions about energy in physical education context. *Sport, Education and Society*, 24(1). 25-37, DOI: [10.1080/13573322.2017.1292234](https://doi.org/10.1080/13573322.2017.1292234)



**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.

HABLANDO DEL MODELO CINÉTICO-MOLECULAR CON UN REFRESCO DE COLA

FALANDO SOBRE O MODELO CINÉTICO-MOLECULAR COM UM REFRESCO DE COLA

TALKING ABOUT THE KINETIC-MOLECULAR MODEL WITH A COKE

Ramon Cid Manzano¹ & Isaac Valiña Lema²

¹Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidade de Santiago Compostela, España

²Instituto de Educación Secundaria de Curtis, A Coruña, España

rcidmanzano@gmail.com

RESUMEN | Presentamos una aproximación sencilla para la enseñanza del modelo cinético-molecular en educación secundaria. Utilizamos como centro de interés un refresco de cola, a través de diferentes acciones procedimentales, siendo la contextualización y la implicación del alumnado en las actividades experimentales los aspectos didácticos más importantes.

PALABRAS CLAVE: Química en contexto, Enseñanza secundaria, Modelo cinético-molecular, Aprendizaje práctico, Enseñanza contextualizada.

RESUMO | Apresentamos uma abordagem simples ao ensino do modelo cinético-molecular no ensino secundário. Utilizamos uma cola como foco de interesse, através de diferentes ações processuais, sendo a contextualização e o envolvimento dos estudantes nas atividades experimentais os aspetos didáticos mais importantes.

PALAVRAS-CHAVE: Química no contexto, Ensino secundário, Modelo cinético-molecular, Aprendizagem pela prática, Ensino contextualizado.

ABSTRACT | We present a simple approach for teaching the kinetic-molecular model in secondary education. We use a coke soft drink as the focus of interest, through different procedural actions, with contextualization and student involvement in the experimental activities being the most important didactic aspects.

KEYWORDS: Chemistry in context, Secondary school, Kinetic-molecular model, Hands-on learning, Contextualized teaching.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, una parte importante de la investigación didáctica sobre la enseñanza de contenidos científicos en la educación secundaria se ha orientado en la dirección de integrar contextualización, indagación y modelización como procesos imprescindibles en el aprendizaje de la competencia científica (Caamaño, 2011). Hemos centrado, en particular, nuestra intención didáctica utilizando un refresco de cola, aunque podría hacerse con cualquier otra bebida carbonatada. Si hemos elegido ese tipo específico de bebida es porque refuerza aún más la idea de contextualizar el proceso de enseñanza de la Química respondiendo así a dos de los factores necesarios para que un alumno o alumna construya su conocimiento: es un proceso social (ocurre en interacción con otros desde intereses comunes), y es un proceso “situado”, es decir, la adquisición del conocimiento siempre tiene lugar en un contexto o situación específica (Meroni y otros, 2015).

Las actividades que proponemos son de carácter experimental, muy sencillas y desde una aproximación semicuantitativa, dentro de una estrategia didáctica basada en la argumentación y el uso de pruebas (Jiménez Aleixandre y Puig, 2015).

Estas propuestas pretenden facilitar el aprendizaje de algunos contenidos químicos, siendo importante señalar que, en mayor o menor medida, son aproximaciones a la realidad química, como lo es en gran medida la enseñanza de esta materia en secundaria.

Por tanto, es importante tener en cuenta que, aunque los procesos que están presentes presentan dificultades de interpretación por la complejidad de los fenómenos (Zenit y Rodríguez, 2018) y por la presencia en esos refrescos de muchas sustancias químicas (no hay más que ver sus etiquetas para encontrar una decena de diferentes componentes), podemos hacer aproximaciones válidas, a pesar de su alto grado de simplificación, dados los fines didácticos que se pretenden. Debemos debatir inicialmente con el alumnado que es lo que se espera que ocurra (argumentación) tomando en consideración, en este caso, el modelo cinético molecular (modelización), para poder interpretar lo mejor posible el resultado (uso de pruebas) de las actividades realizadas, generándose así verdadero aprendizaje.

2. FUNDAMENTO Y CONTEXTO

Uno de los contenidos que presenta más dificultades epistemológicas para ser enseñado en la Química en secundaria es el modelo cinético-molecular de la materia. Se trata de un tópico de recurrente interés desde para el aprendizaje de la Química (Gentil e Iglesias, 1989; Benarroch, 2000; Ibáñez y Gianna, 2012), pues de su adecuada comprensión va a depender como se interpreten muchos fenómenos, y, por tanto, el correcto aprendizaje de los contenidos químicos asociados. Son muchos los ejemplos que se pueden llevar al aula y también al laboratorio para facilitar la comprensión de este contenido (Oliva y otros, 2003), y la existencia de un gas, en el caso que aquí se presenta, lo hace especialmente adecuado.

En las actividades que aquí proponemos es esencial que los razonamientos y argumentos se orienten en la dirección de interpretar los procesos en base a la presencia de entidades atómico-moleculares, y por tanto a la existencia de la discontinuidad de la materia. Obviamente, la profundidad de estas discusiones y argumentaciones dependerá del nivel escolar

correspondiente, implicando aproximaciones simplemente cualitativas en algunos casos, y semicuantitativas en los más avanzados.

Estamos hablando de acciones sencillas que pueden adaptarse a cualquier curso escolar de secundaria, siendo posible realizarlas, incluso, en cursos de primaria. El debate y la argumentación entre los estudiantes sobre los resultados obtenidos, con diferentes profundidades conceptuales según el nivel escolar, serán los instrumentos que les permitirán acercarse a una aceptable comprensión del modelo cinético-molecular.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA Y SU IMPLEMENTACIÓN

Las acciones que presentamos se centran en la disminución de volumen/masa por pérdida de CO₂ y también por evaporación de agua, e insistimos en la idea de que va a ser el modelo cinético-molecular el que deba explicar que es lo que está ocurriendo. Se trata de dos actividades experimentales muy sencillas, tanto en el montaje como en su desarrollo, pudiendo ser realizadas, como ya se ha indicado, por alumnado de cualquier nivel escolar (incluso en cursos de enseñanza primaria), ajustando el propósito al marco curricular correspondiente, pues solo implican toma de medidas de masas en una balanza o de altura de líquidos en un recipiente.

La particularidad experimental que si presentan estas dos actividades es que se trata de acciones que se extienden en el tiempo mucho más que las típicas “prácticas de laboratorio”, pues implican la toma de datos durante varias semanas. Pero estamos hablando de toma de datos muy sencillas que apenas implican uno o dos minutos de tiempo, y, por tanto, repartiendo esas medidas en grupos pequeños de alumnos (por parejas, por ejemplo) a lo largo de ese tiempo, no van a alterar el normal desarrollo de la actividad lectiva de las correspondientes materias.

3.1 Actividad I

Carece de dificultad pues se realiza pesando una botella de plástico cerrada con una cierta cantidad de refresco de cola, con el fin de observar, en un cierto período de tiempo, la disminución de su masa por pérdida de dióxido de carbono a través de las paredes de plástico.

Aunque no es muy conocido, el principal protagonismo en la prolongación de la vida útil de las bebidas carbonatadas se debe a las prestaciones del material de la botella como barrera a la pérdida de CO₂. Los períodos de almacenamiento se denominan "vida útil estándar" de las botellas y dependen de su tamaño. Para las botellas de menos de 1 litro, el tiempo de almacenamiento es de 12 semanas, para las botellas de 1 litro o más, es de 14 semanas. Estos periodos corresponden a los tiempos habituales de aprovisionamiento de los minoristas (Licciardello y otros, 2011). La próxima vez que la lectora o el lector tenga una botella de refresco carbonatado en su mano observe la fecha de consumo que aparece en sus paredes de plástico, y ya sabrá a que se debe.

En la industria es habitual indicar la cantidad de CO₂ con el llamado Grado de Carbonatación (GV) de forma que 1 GV equivale aproximadamente a 1,96 g/L (que es la masa de 1 L de dióxido de carbono en STP). Una pérdida típica de CO₂ para una botella de 2 L con un valor inicial de 4 GV (~8 g de gas), varía a alrededor de 0,3 GV después de 3-4 días (alrededor del 2,5 % por día), luego la tasa de pérdida de CO₂ se reduce a 0,04 GV/semana. Según las directrices comerciales, el grado de carbonatación no debe ser inferior a 3,3 GV.

Para el alumnado es inicialmente sorprendente que algo “continuo” como un gas se pueda “escapar” a través de las paredes “continuas” de plástico de la botella cerrada. El modelo cinético molecular permite imaginar la microestructura del plástico usado (PET) como algo poroso que no puede impedir que las moléculas de CO₂ (estructura discontinua del gas) “encuentren poco a poco la salida” para abandonar el interior de la botella. En el debate-argumentación durante la actividad aparece fácilmente la conclusión de que si el gas presenta más presión dentro de la botella que la que presenta el aire (también “discontinuo”) fuera de ella, se debe producir un flujo neto de gas hacia el exterior, y cuanto más diferencia de presión haya más rápidamente se producirá ese fenómeno. Esto es coherente con los datos indicados en el párrafo anterior, y también en los resultados de la actividad, como se ve en la gráfica (Fig.1).

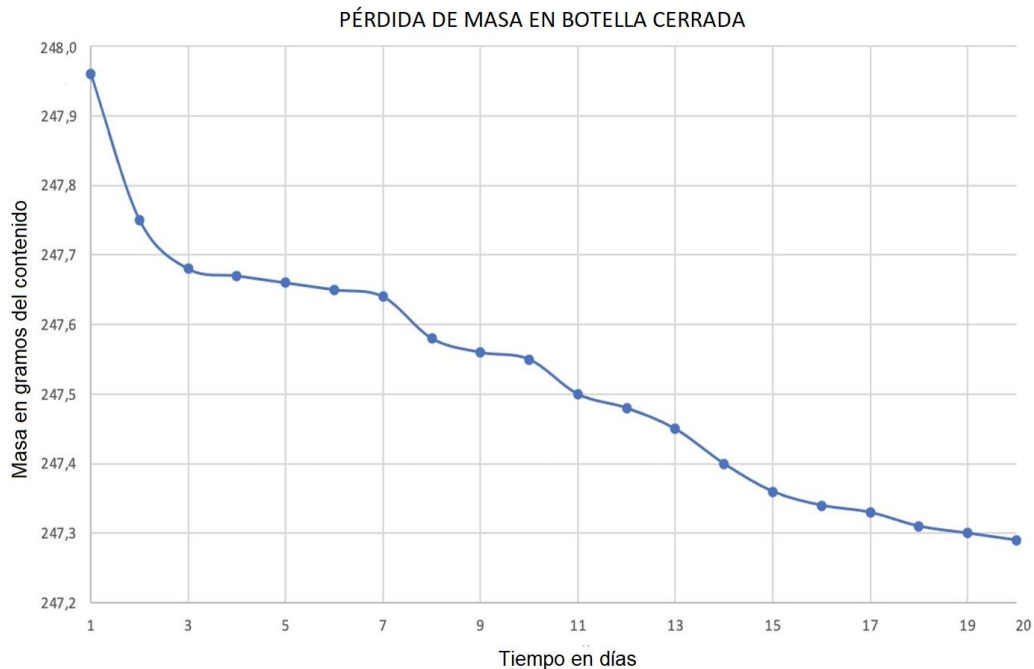


Figura.1. Pérdidas de CO₂ a través de las paredes de una botella de plástico (Actividad I).

El proceso se realizó pesando la botella una vez cada día durante veinte días. Para ello se utilizó una balanza con resolución de 0,01 g.

Como se aprecia en la gráfica de la Fig.1, la mayor pérdida se produce en los 3 primeros días, para atenuarse después el ritmo de salida del CO₂. En los 20 días la cantidad de dióxido de carbono perdido fue de 0,66 g, lo que supone un 0,01 % de media cada día. Se trata de una cantidad aparentemente muy pequeña, y sin embargo nos permite valorar otra cuestión que también presenta grandes dificultades epistemológicas: la magnitud del Número de Avogadro. En efecto, esos 0,66 g de pérdida suponen $5 \cdot 10^9$ (cinco mil billones) de moléculas que salen cada segundo de la botella. Permítasenos resaltar el extraordinario efecto didáctico de este resultado a la hora de mostrar la naturaleza discontinua de la materia.

Caben otras discusiones, como por ejemplo si pueden las moléculas de H₂O también escapar de la misma forma. Aquí el debate deberá tener presente el nivel del que se trate, pues implica la introducción de otras magnitudes y fenómenos, como la presión de vapor del agua a la

temperatura de la actividad (muy inferior a la presión atmosférica exterior), o la existencia de enlaces hidrógeno entre estas moléculas. Otro debate puede establecerse para determinar por qué zonas de la botella escapa más gas. Obviamente, la mayor parte lo hará por las paredes y una menor parte lo hará por el tapón. De hecho, en una botella cerrada de fábrica, más o menos dos tercios del escape ocurre por las paredes y el tercio restante por el tapón (Glevitzky, 2005).

3.2 Actividad II

Consiste en poner en tres recipientes idénticos volúmenes iguales de refresco de cola sin azúcar (1), de solo agua (2), y de refresco de cola azucarado (3). Proponemos hacerlo con recipientes rectos (vasos cilíndricos, por ejemplo), midiendo la altura que alcanza cada líquido en el vaso en determinados momentos (Fig.2). El volumen inicial en nuestro caso es de 150 ml y la altura de partida es de 9 cm.

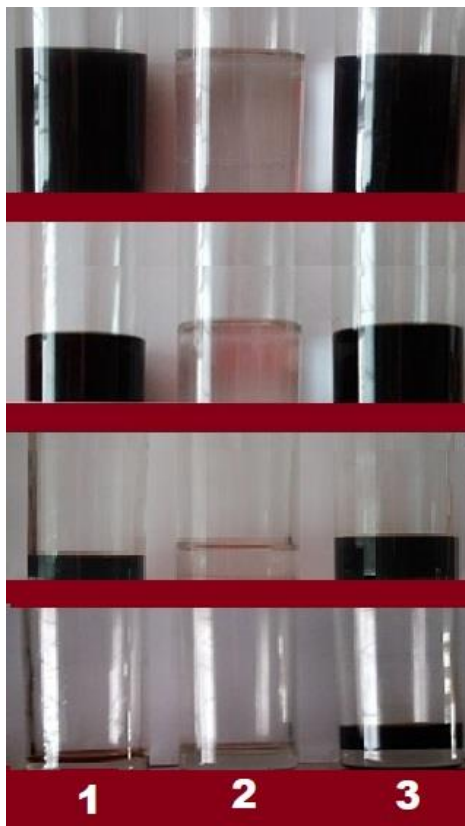


Figura.2. Desarrollo de la Actividad II en el tiempo.

El desarrollo de la acción va a tomar varias semanas (durante el primer trimestre escolar, por ejemplo) por lo que hay que asegurarse que esos tres vasos estén situados en un lugar en el que permanezcan aislados de cualquier incidencia. No importa que cambien las condiciones físicas (temperatura, luz, humedad o presión atmosférica) pues afectarán a las tres muestras de manera semejante. Además, la actividad puede realizarse en el laboratorio escolar pero también de forma individual por el alumnado en su casa. La larga duración de la actividad no implica ningún problema porque las medidas a realizar, igual que en la Actividad I, se hacen muy rápidamente,

y, en este caso, una sola vez por semana, por lo que no interrumpen ninguna otra acción escolar. Permite, además, que los cambios que se vayan observando intervengan en el desarrollo del proceso de aprendizaje basado en la argumentación y uso de pruebas.

En la disminución de volumen deberemos tener en cuenta la pérdida por salida de CO_2 y por evaporación de agua. Obviamente, lo primero no ocurrirá en el recipiente que sólo contiene agua, mientras que el segundo proceso ocurre en los tres. En este proceso de liberación de sustancias tenemos un primer impedimento cinético-molecular, que es la presencia sobre la superficie de los líquidos de las moléculas que forman el aire (N_2 y O_2 , fundamentalmente). Obviamente, esta situación es la misma para los tres recipientes.

Para diferenciar lo que sucede debemos tener presente los otros componentes en los respectivos líquidos. Nos centramos en la presencia de sacarosa, pues las otras sustancias están, en su caso, en muy baja concentración. Así, por ejemplo, un refresco de cola azucarado presenta una concentración de alrededor del 10 % en masa de sacarosa. Los no azucarados utilizan aditivos (ciclamato sódico, acesulfamo K o aspartamo) con poder edulcorante que va de unas 50 a 200 veces el de la sacarosa, lo que implica que están presentes en concentraciones que son mucho menores que la del disacárido. Por ello, y por obvia simplificación, diferenciaremos los tres casos por la presencia o no de sacarosa. La idea clave aquí es considerar que la presencia de este azúcar en la superficie líquida dificulta la salida de las moléculas de CO_2 y de H_2O , como lo harían hojas o plantas flotando en un estanque. En el refresco sin azúcar se producen las dos salidas sin “obstáculos”; en el que sólo contiene agua la disminución ocurre únicamente por la salida de moléculas de H_2O sin presencia de “obstáculos”; y en el refresco azucarado la presencia de sacarosa dificulta la salida de las dos sustancias que se liberan (CO_2 y de H_2O).

Con estas hipótesis de trabajo podemos hacer con el alumnado algunos debates iniciales que deberán ser corroboradas con las medidas sucesivas. Tres argumentaciones se abren paso como más plausibles:

- a) La mayor disminución en volumen ocurrirá en el refresco de cola sin azúcar, pues se produce la salida de dos sustancias (CO_2 y H_2O) “sin impedimentos añadidos” (en el vaso 2 solo sale agua, y en el tercero hay sacarosa en la superficie).
- b) El segundo razonamiento nos lleva a no tener totalmente claro que es lo que va a pasar en los recipientes 2 y 3 en buena parte del proceso. Si bien es cierto que la presencia de sacarosa en el 3 dificulta la evaporación de agua, hay también pérdida de volumen por salida de dióxido de carbono en este caso, que tiene un ritmo de liberación desde el disolvente mucho mayor que la del agua (a este respecto, según el nivel del que se trate se puede abordar esta cuestión desde la interacción entre moléculas polares y apolares). Será el resultado experimental el que nos permita valorar que proceso es más importante en este caso.
- c) La tercera consideración nos lleva a esperar que, a partir de cierto momento, el que presente el menor ritmo de disminución sea el refresco azucarado, pues habrá finalizado la salida de CO_2 y la concentración de sacarosa en la superficie aumenta según disminuye el volumen del líquido, dificultando más la salida de H_2O .

El resultado final desde un punto de vista visual ya lo podemos deducir a partir de la Figura 2. En efecto, podemos ver como el volumen disminuye más rápidamente en el vaso 1 y después en el vaso 3, pero a partir de cierto momento se ralentiza en este último el ritmo de pérdida de volumen. Por tanto, las consideraciones realizadas en el párrafo anterior responden bien a lo que

experimentalmente observamos, y parece, en particular, que el aumento progresivo de la concentración de sacarosa en la superficie del líquido del tercer vaso provoca que inexorablemente vaya disminuyendo el ritmo de liberación del CO₂ que aún queda en el líquido y el de la evaporación de agua. Hay que indicar, que cuando el proceso finaliza, quedará un poso oscuro en el primer vaso (los diferentes aditivos del refresco sin azúcar), nada en el segundo vaso, y una mezcla “almibarada” en el tercero.

El resultado de las medidas de las alturas en los tres vasos del líquido, tomadas semanalmente, nos proporciona una perspectiva más cuantitativa (Fig.3).

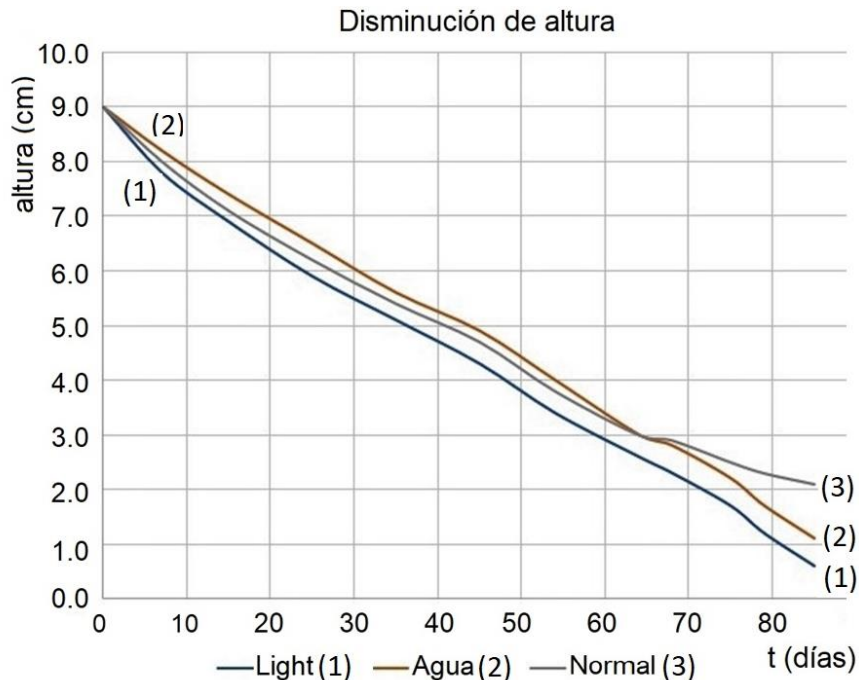


Figura.3. Pérdida de volumen en la Actividad II.

Vemos en la gráfica como en los dos vasos con refresco de cola (cola light y cola normal) se produce una tasa de disminución más acusada que en el que solo contiene agua. Este ritmo es más acentuado al principio por la salida del dióxido de carbono. Después de que la mayor parte de ese gas ha salido (a partir de la tercera semana) el proceso se mantiene casi lineal, con pequeñas oscilaciones debidas a los cambios de condiciones externas (temperatura y humedad, fundamentalmente), siendo este comportamiento prácticamente constante desde el inicio en el caso del vaso 2.

La progresiva disminución del volumen del líquido en el vaso 3 (cola con azúcar) produce el aumento de la concentración de sacarosa en su superficie lo que ralentiza la tasa de evaporación de agua. Eso provoca que el ritmo de disminución del volumen decrezca desde la semana 4, y a partir de la semana 9 (> 60 días) el nivel del líquido en el vaso 2 (el de agua), ya es inferior a la del vaso 3. Finalmente, entre la semana 12 y 13 (≈ 90 d), los vasos 1 y 2 ya han perdido toda el agua, mientras que el vaso 3 va a mantener un descenso muy lento hasta la formación de una mezcla de composición constante entre agua y sacarosa (una especie de almíbar, como ya se ha comentado).

4. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA Y PRINCIPALES RESULTADOS

Las acciones aquí presentadas presentan una triple bondad didáctica: son muy sencillas de llevar a cabo, no presentan riesgos en su realización para el alumnado, y pueden ser ejecutadas tanto en el centro escolar como en los propios hogares de los estudiantes.

Naturalmente, el seguimiento de estas actividades es variado y el profesorado debe estar atento a que se mantenga la necesaria implicación a lo largo del tiempo. A fin de conseguir esa disposición positiva se pueden desarrollar las actividades bajo el soporte de una plataforma online (como Microsoft Teams, Google for Education, Edmodo ...) lo que incentiva el trabajo del alumnado y el control del proceso por parte del profesor o profesora. En el caso de la actividad realizada en el centro escolar, es efectivo que las alumnas y los alumnos responsables -en turnos previamente establecidos- consignen los resultados en una tabla y en una gráfica en el aula, de forma que sean visibles en todo momento por toda la clase. Esto permite al profesorado establecer pequeños debates cada cierto tiempo en relación a como se va desarrollando el proceso.

Es de especial interés la evaluación del grado de aprendizaje a partir de representaciones gráficas realizadas por el alumnado (modelización). En la Fig.4 se muestra un ejemplo de una de estas representaciones.

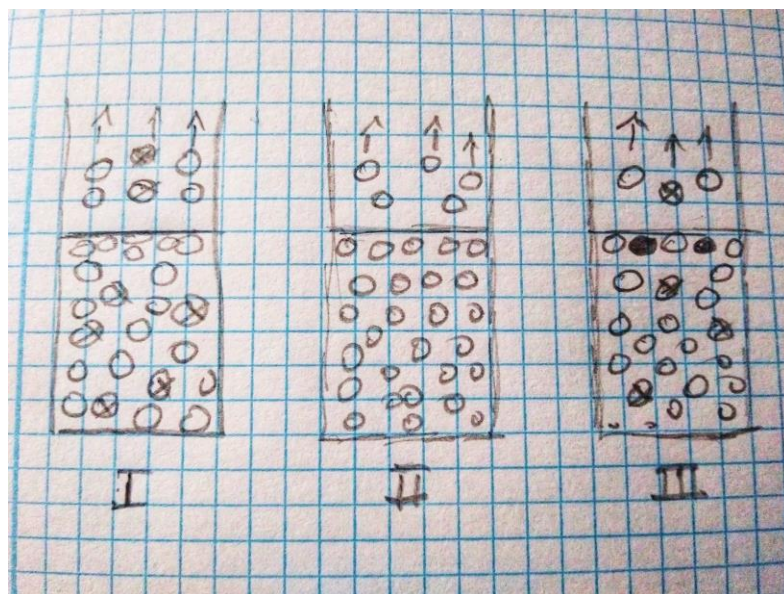


Figura.4. Ejemplo de la representación del proceso realizada por una alumna.

Muy importante en el desarrollo de estas actividades es la progresiva apropiación por parte del alumnado del lenguaje científico para las explicaciones requeridas (lo cual es general en cualquier acción procedimental de este tipo), pero que cobra una especial relevancia en este caso, dado que los estudiantes conectan de forma consciente el lenguaje descontextualizado (partículas, moléculas, átomos) con las realidades contextualizadas que están presentes en los fenómenos a explicar (cola, agua, gas, azúcar...). Se produce entonces la unión entre los contenidos abstractos y los objetos y sucesos concretos. Esta conexión es la que finalmente muestra la consecución del aprendizaje significativo pretendido.

Consideramos, por otra parte, que estas actividades, por su simplicidad, son muy interesantes en los cursos iniciales para que los estudiantes se acerquen a los principios básicos del trabajo práctico en Química, que en demasiadas ocasiones se suele vincular casi exclusivamente a acciones en un laboratorio y a la utilización de sustancias y dispositivos alejados de su cotidianidad. De otra parte, es evidente que esta acción nos permite evaluar la competencia del alumnado en los contenidos procedimentales y también su disposición actitudinal en relación con el trabajo experimental en ciencia.

Además, es conocido (Bueno Garesse, 2004) que este tipo de aproximaciones sencillas que pueden ser llevadas a cabo en casa de los estudiantes permiten apreciar fenómenos del contexto del alumnado, induciendo procesos de argumentación e indagación espontáneos y potenciando el razonamiento sobre la selección y métodos experimentales. Esto promueve, en definitiva, la creatividad y fomentan la observación y la práctica de procedimientos científicos en la dirección en las que esta acción se propone.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Como se ha señalado al comienzo de este artículo, la asimilación temprana de la visión cinético-molecular por parte del alumnado es muy importante a la hora de una correcta comprensión de muchos de los contenidos que se estudian en la Química en la enseñanza secundaria. Es cierto que se han hecho muchos esfuerzos didácticos tendentes a conseguir este objetivo, tanto desde descripciones basadas en analogías como a través de estrategias explicativas de diferentes contenidos conceptuales. Pensemos, por ejemplo, en las explicaciones que se dan del concepto de presión o el de temperatura en gases a partir del modelo cinético-molecular. Pero el gran problema epistemológico que aparece en la mayoría de estas propuestas proviene de considerar que el alumnado asume previamente que el escenario material que se les presenta está formado por partículas diminutas, y que ya entienden, como premisa previa, que la materia es discontinua.

Nuestra propuesta pretende a través de las actividades presentadas (I y II) que el alumnado “llegue a esa conclusión” a través de la argumentación, el uso de las pruebas y la modelización que se derivan de esas experiencias.

Es cierto que hemos hecho muchas aproximaciones con el fin de evitar complicaciones en los razonamientos, pero, como también se ha indicado al principio, los contenidos químicos que se explican en estos niveles de enseñanza están llenos de simplificaciones y reducciones que se asumen como necesarios ante la innegable dificultad que la Química presenta para el alumnado de secundaria. Además, no hay que escapar, en los razonamientos correspondientes a estas actividades, de los debates y discusiones que aparezcan por causa de esas aproximaciones. Esos debates serán también, sin duda, de gran ayuda para el aprendizaje que se pretende.

Finalmente, el hecho de que estas experiencias se extiendan en el tiempo, bastante más de lo que es habitual en las actividades experimentales convencionales, genera una situación que lejos de ser un inconveniente debe servir también de ayuda al mantener el debate durante mucho tiempo, pudiéndose trasladar el aprendizaje adquirido a otros contenidos de Química que van apareciendo a lo largo de ese tiempo.

REFERENCIAS

- Benarroch A. (2000). Del modelo cinético-corpúscular a los modelos atómicos. Reflexiones didácticas. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 23, 95-108. <https://www.grao.com/es/producto/del-modelo-cineticocorpúscular-a-los-modelos-atómicos-reflexiones-didácticas-al0236729>
- Bueno Garesse, E. (2004). Aprendiendo química en casa. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 45–51. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.04
- Caamaño A. (2011). Enseñar Química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21-34. <https://www.grao.com/es/producto/ensenar-quimica-mediante-la-contextualizacion-la-indagacion-y-la-modelizacion>
- Gentil C., Iglesias A., Oliva J. M. (1989). Nivel de apropiación de la idea de discontinuidad de la materia en alumnos de bachillerato. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 126-131. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51246>
- Glevitzky M., et al. (2005). Studies Regarding the variation of Carbon Dioxide in Certain Carbonated Beverages stored in Polyethylene Terephthalate Bottles. *Chem. Bull. Politehnica Univ. Timișoara*, 50 (64) 18-21. http://chemicalbulletin.upt.ro/admin/articole/69129art_5.pdf
- Ibáñez F., Gianna V. (2012). La teoría cinética molecular y el aprendizaje de la Química. *Educ. quím.*, 23(2), 208-211. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30111-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30111-8)
- Jiménez Alexandre M. P., Puig B. (2013). El papel de la argumentación en la clase de ciencias. *Alambique. Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 75, 85-90. <https://www.grao.com/es/producto/el-papel-de-la-argumentacion-en-la-clase-de-ciencias-al07523500>
- Licciardello F., Coriolani C., Muratore G. (2011). Improvement of CO₂ retention of PET bottles for carbonated soft drinks. *Italian Journal of Food Science*, 115-117. https://www.researchgate.net/publication/260277890_Improvement_of_CO2_retention_of_PET_bottles_for_carbonated_soft_drinks
- Meroni G., Copello M., Paredes J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26(4), 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Oliva J. M., Aragón M. M., Bonat M, Mateo J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 429–444. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21949/21783/0>
- Zenit R, Rodríguez-Rodríguez J. (2018). The fluid mechanics of bubbly drinks. *Physics Today*, 71, 11, 44. <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.3.4069>

EXOPLANETAS E SUAS CRIATURAS: UMA PROPOSTA DE TRABALHO STEAM PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

EXOPLANETS AND THEIR CREATURES: A STEAM ACTIVITY FOR PRE-SERVICE TEACHER
EDUCATION

EXOPLANETAS Y SUS CRIATURAS: UNA PROPUESTA DE TRABAJO STEAM PARA LA FORMACIÓN
INICIAL DEL PROFESORADO

Bento Cavadas^{1,2} & Clara Brito¹

¹Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

²Universidade Lusófona, CeIED - Centro de Estudos Interdisciplinares em Educação e Desenvolvimento,
Portugal

bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt

RESUMO | O projeto “Exoplanetas e suas criaturas” aborda a temática da exploração espacial e foi implementado em contexto de formação inicial de professores. Um dos objetivos foi proporcionar às 13 estudantes participantes uma experiência de formação interdisciplinar, de acordo com a abordagem STEAM. Teve a duração de dois anos letivos e foi orientado numa colaboração entre uma professora de artes plásticas e um professor de ciências. As estudantes idealizaram e construíram um exoplaneta e as suas formas de vida. Conceberam uma banda desenhada, ficcionando uma interação entre as criaturas e o seu contexto. Posteriormente, criaram recursos educativos através da narração e animação, em vídeo, dessas histórias e divulgaram-nos através de uma página online criada para o efeito.

PALAVRAS-CHAVE: Artes plásticas, Ciências, Exploração espacial, Interdisciplinaridade.

ABSTRACT | The project "Exoplanets and their creatures" addresses the theme of space exploration and was implemented in the context of initial teacher education. One of the project aims was to provide to the 13 participating students an interdisciplinary educational experience, according to the STEAM approach. The duration of the project was two school years and was guided in a collaboration between a plastic arts teacher and a science teacher. The students designed and built an exoplanet and its life forms. Then, they designed a cartoon, fictionalizing an interaction between the creatures and their context. Afterwards the future teachers created educational resources by narrating and animating these stories on video. The educational resources were disseminated through an online page created for this purpose.

KEYWORDS: Plastic arts, Science, Space exploration, Interdisciplinarity.

RESUMEN | El proyecto "Los exoplanetas y sus criaturas" aborda el tema de la exploración del espacio y se llevó a cabo en el contexto de la formación inicial del profesorado. Uno de los objetivos era proporcionar a los 13 estudiantes participantes una experiencia de formación interdisciplinar, según el enfoque STEAM. Duró dos cursos escolares y fue guiado en una colaboración entre un profesor de artes plásticas y otro de ciencias. Los estudiantes diseñaron y construyeron un exoplaneta y sus formas de vida. A continuación, diseñaron un cómic, ficcionando una interacción entre las criaturas y su contexto. A continuación, crearon recursos educativos narrando y animando estas historias en vídeo y difundíendolas a través de una página web creada a tal efecto.

PALABRAS CLAVE: Bellas artes, Ciencia, Exploración del espacio, Interdisciplinarietà.

1. INTRODUÇÃO

O projeto *CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas* foi desenvolvido com estudantes em formação inicial de professores, do curso de Educação Básica do Instituto Politécnico de Santarém/Escola Superior de Educação de Santarém.

O tema geral do projeto foi a exploração espacial, com foco nos exoplanetas – planetas que se localizam no exterior do sistema solar (ESA, s.d.a). Os exoplanetas possuem um potencial pedagógico relevante para a realização de projetos com uma abordagem STEAM. A *European Space Agency* (ESA, s.d.b) disponibiliza uma página online com vários recursos educativos para exploração dos exoplanetas, os quais serviram de inspiração para o desenvolvimento deste projeto, no qual foram mobilizadas as áreas **S** – Science, **T** – Technology e **A** – Arts da abordagem STEAM. As futuras professoras tiveram sequencialmente de:

- Conceber e caracterizar um exoplaneta (Science);
- Criar modelos tridimensionais para o exoplaneta e as suas criaturas (Science /Arts);
- Criar uma narrativa e uma banda desenhada com os modelos criados na fase anterior (Science/ Arts);
- Criar recursos educativos digitais sobre os exoplanetas (Science/Technology/Arts).

O projeto foi concretizado através de uma colaboração interdisciplinar entre um professor de ciências e uma professora de artes plásticas nas unidades curriculares de Ciências da Terra e da Vida e de Educação Artística Plástica I e II. Os objetivos de aprendizagem mobilizados no projeto foram:

- Discutir os contributos da exploração espacial, enquanto aspiração do ser humano, para a sustentabilidade da vida na Terra e o progresso da ciência e da tecnologia (Ciências da Terra e da Vida).
- Vivenciar as potencialidades da educação artística no desenvolvimento da criatividade, domínio de técnicas e materiais, e comunicação / linguagens (Educação Artística Plástica I e II).

Nas secções seguintes apresenta-se a fundamentação e o contexto do projeto e descreve-se, em detalhe, a prática educativa realizada e as suas principais implicações para a formação inicial de professores.

1. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

1.1 A educação em STEAM

A integração de várias disciplinas tem recebido crescente interesse por parte dos investigadores em educação nos anos mais recentes (An, 2020). A educação em STEM tem sido vista como uma abordagem organizadora de um currículo cada vez mais interdisciplinar e centrado em competências, de modo a envolver e reter alunos para as áreas STEM (Millar, 2020). É nessa orientação que se enquadra a educação STEAM, a qual procura integrar a ciência, a tecnologia, a engenharia e a matemática com outras áreas, como as artes e as humanidades (Madden et al., 2013; Millar, 2020). A educação STEAM tem o potencial de desenvolver o pensamento criativo no contexto das ciências para fomentar a criação das inovações que serão

necessárias para resolver problemas complexos, existindo já experiências de criação de um currículo STEAM no ensino superior (Madden et al., 2013). Note-se, no entanto, que apesar de haver problemas que requerem soluções interdisciplinares, transdisciplinares e interdisciplinares, investigadores, como McComas & Burgin (2020) alertam para a complexidade inerente de tais problemas, o que irá exigir e beneficiar de conhecimentos especializados e fundamentais sobre as práticas e os conteúdos de cada disciplina. Nesse sentido, McComas & Burgin (2020) sugerem que, apesar de se dever manter o foco e a autonomia das áreas académicas chave, seja dada aos estudantes uma oportunidade de aplicar o que aprenderam em experiências integradoras, depois de terem aprendido os conhecimentos fundamentais de cada área.

1.2 A educação em STEAM e os futuros professores

A educação em STEAM tem sido vista favoravelmente pelos professores devido ao seu potencial para promover a aprendizagem dos alunos (Park et al., 2016). A esse respeito, os futuros professores consideram que a educação em STEM tem o potencial para proporcionar integração interdisciplinar e preparar os seus alunos para as condições que vão encontrar na vida real, desenvolver as suas competências mentais e psicomotoras e contribuir para a consecução das competências para o século XXI (Erdogan & Ciftci, 2017). Quanto a outras vantagens da educação em STEAM, os futuros professores relatam que melhora a capacidade de observação, proporciona a criação de designs e construção manual de objetos, reforça as competências associadas ao pensamento em engenharia e desenvolve funções cognitivas complexas, como a criatividade (Erdogan & Ciftci, 2017). Referiram, ainda, que é mais agradável aprender através de práticas em educação STEAM (Erdogan & Ciftci, 2017).

Contudo, o crescimento atual da educação em STEAM traz vários desafios (An, 2020). Alguns desses desafios estão associados ao conhecimento pedagógico dos professores para concretizarem abordagem integradoras, como a educação em STEAM (An, 2017; An, 2020). A falta de tempo, grande volume de trabalho, apoio material e financeiro reduzido são outras condicionantes referidas pelos professores à concretização de aulas STEAM (Park et al., 2017). Os futuros professores também têm a perceção de que as práticas em educação STEAM são caras porque exigem mais recursos e consomem muito tempo (Erdogan & Ciftci, 2017).

DiFrancesca et al. (2014) referem que os desafios à concretização da educação em STEM resultam, em parte, de os professores dos primeiros anos não terem vivenciado experiências STEM relevantes, o que, conseqüentemente, vai levar a que não proporcionem experiências STEM significativas aos seus alunos. Nesse sentido, a educação em STEM pode ser abordada através da procura do aumento do conhecimento de conteúdo das áreas STEM e do conhecimento pedagógico de conteúdo da abordagem STEM nos educadores (NRC, 2014). Por essa razão, os professores em formação inicial devem ser envolvidos em experiências educativas relevantes que lhes proporcionem a compreensão das conexões entre as diferentes áreas STEAM (An, 2017; Erdogan & Ciftci, 2017). A vivência de experiências significativas de educação STEAM aumenta a confiança dos futuros professores nas suas capacidades de concretização desta abordagem e também amplia o seu conhecimento sobre as características da integração STEAM (An, 2020). Os futuros professores passam a compreender que há múltiplas formas de criar projetos STEAM, os quais podem ser facilmente incorporados no currículo (An, 2020).

A integração das artes nas STEM decorre do trabalho realizado por instituições, como a UNESCO (2006), a qual já no início do século XXI destacava o facto das sociedades

contemporâneas necessitem de um número cada vez maior de trabalhadores criativos, flexíveis, adaptáveis e inovadores. Desse modo, a UNESCO (2006) justificava a inclusão da educação artística nos programas escolares porque esta permite dotar os educandos dessas capacidades, habilitando-os a exprimir-se, avaliar criticamente o mundo que os rodeia e participar ativamente nos vários aspetos da existência humana. Note-se, no entanto, que no contexto da formação de professores do ensino básico, a educação artística (plástica / visual), não pretende formar artistas, mas sim dotar os futuros professores de competências específicas, nomeadamente, conhecimentos de natureza conceptual referentes a este domínio do saber, domínio de metodologias artísticas através da prática de atelier, capacidade de apreciar e fruir o produto artístico mobilizando e desenvolvendo a sensibilidade estética e o sentido crítico.

1.3 Contexto do projeto

O projeto “Exoplanetas e suas criaturas” foi criado para proporcionar aos estudantes em formação inicial de professores uma experiência significativa em educação STEAM, concorrendo simultaneamente para a consecução dos objetivos de aprendizagem nas unidades curriculares envolvidas. A ciência do espaço e a exploração espacial apresentam várias oportunidades para promover a educação em STEM e a literacia científica (NRC, 2015). A esse respeito, Denise Smith, do *Space Telescope Science Institute*, salientou:

A busca da vida e das condições para a vida, o que aprendemos através da vida existente na Terra, como o Sol interage com a Terra e influencia a vida na Terra, e a busca da vida no sistema solar e sobre a Terra - todas esses assuntos despertam nos nossos alunos uma curiosidade fundamental e os fazem querer explorar (NRC, 2015, p. 10).

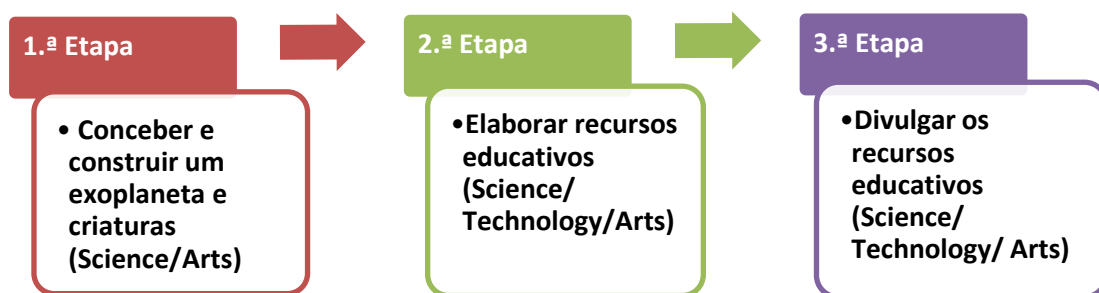
A abordagem usada para as conexões entre os conteúdos da área das artes com a área das ciências foi classificada como - integração interdisciplinar - pela NASEM (2022): “As áreas são ligadas por vezes através de integração parcial e outras vezes total, com o critério de que cada uma mantém as suas principais estruturas concetuais e epistemológicas para que as ligações sirvam os objetivos de cada disciplina” (p. 131). No caso do presente projeto, o nível de integração pretendido foi o de “integração parcial”, na aceção de NASEM (2022), porque se pretendeu que a integração dos conteúdos das artes com os das ciências concorresse para a consecução dos objetivos de aprendizagem das duas áreas e que cada uma, alternadamente, fosse o motor das práticas, conceitos e desenvolvimento do projeto, sendo a outra usada como suporte. A justificação para esta integração parte da ideia apresentada pela NASEM (2022) de que a integração da ciência e da engenharia com as línguas, artes e matemática pode expandir a compreensão do significado de ciência e de engenharia e do modo como o conhecimento nessas áreas é construído. Para tal, as crianças podem usar a leitura, a escrita, o desenho e a fala para adquirir ideias e comunicar o seu pensamento sobre ciência e engenharia (NASEM, 2022). Nesse sentido, os futuros professores devem ser envolvidos em projetos STEAM que os levem a explorar essas conexões.

A abordagem do projeto “Exoplanetas e suas criaturas”, ao possibilitar a incorporação de pontos de partida de áreas diversas e pela sua natureza faseada e progressiva, procurou ir ao encontro da intenção integradora das STEAM. A temática (exoplanetas e suas criaturas) implicou a discussão de conteúdos das ciências, mas também de hipóteses de natureza expressiva, o que teve implicações na escolha e aplicação de meios de expressão plástica e visual, bem como dos materiais e técnicas adequados à concretização dos objetivos do projeto.

O papel dos professores das referidas unidades curriculares foi, consoante as etapas do projeto, a apresentação e discussão de conteúdos científicos relevantes, disponibilização de informação e exemplos da cultural visual, organização de aulas práticas para o desenvolvimento do trabalho, orientação da realização do trabalho autónomo das estudantes e dinamização na divulgação do projeto.

2. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A prática educativa, implementada durante dois anos letivos (2019/20 e 2020/21) e envolvendo a mesma turma de futuros professores, consistiu num projeto cujas etapas, respetivos objetivos e áreas STEAM dominantes são apresentadas na figura 1. Nessa figura também se indicam as unidades curriculares envolvidas.



Ano letivo	2019/20		2020/21	
Unidades curriculares	Ed. Artística Plástica I	Ed. Artística Plástica II	Ciências da Terra e da Vida	Ciências da Terra e da Vida
	Ciências da Terra e da Vida	Ciências da Terra e da Vida		

Figura 1 Etapas gerais e cronograma do projeto CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas.

Nesse período, devido à pandemia COVID-19, as aulas ocorreram essencialmente na modalidade online, pelo que todo o processo foi conduzido através de sessões de orientação através da plataforma Zoom®. No início do projeto foi dedicada uma aula, dinamizada em conjunto pelo professor de ciências e pela professora de artes plásticas, para explicar o contexto do trabalho, as tarefas a realizar e os produtos pretendidos no final de cada de cada etapa, as quais são descritas em detalhe nas secções seguintes. Nessa aula foram ainda organizados os grupos de trabalho. Foi fornecido aos estudantes um guião com o objetivo de conduzir a pesquisa e no qual os grupos iam registando, em imagem, texto e vídeo nalguns casos, todo o processo de trabalho.

2.1 Etapa 1 | Conceber e construir um exoplaneta

A primeira etapa organizou-se em três momentos:

Etapa 1.1 | Abordagem teórica aos exoplanetas

Etapa 1.2 | Idealizar e caracterizar um exoplaneta

Etapa 1.3 | Construir o exoplaneta e as suas criaturas

Etapa 1.1 | Abordagem teórica aos exoplanetas

Este momento consistiu numa abordagem científica ao significado e características gerais dos exoplanetas, dinamizada pelo professor de ciências, tendo como suporte essencialmente a secção Exoplanets da página online da European Space Agency (ESA) e da secção Exoplanet Exploration da National Aeronautics and Space Administration (NASA). De seguida, passou-se para a exploração da secção Exoplanet Travel Bureau, na qual foram analisados alguns exoplanetas fictícios criados pela NASA (s.d.). Foi, ainda, explorada a galeria dos exoplanetas descobertos até ao momento na secção Strange new worlds, nomeadamente a sua distância à Terra e características hipotéticas, assim como a sua representação artística criada pela NASA (s.d.).

Etapa 1.2 | Idealizar e caracterizar um exoplaneta

Após a abordagem teórica, as futuras professoras foram desafiadas a idealizar e caracterizar um exoplaneta, com o apoio do docente de ciências. Para tal, tiveram de preencher uma “Ficha de caracterização de exoplanetas” com o nome do exoplaneta, a distância ao sistema solar, o tempo de translação e de rotação, a temperatura média à superfície, o diâmetro, a composição da atmosfera, as características do relevo, os seus planetas satélites, a existência, ou não, de água e as formas de vida que apresenta (Figura 2). Os descritores anteriores foram criados pelo professor de ciências e revistos por uma professora de Física e Química. Cada descritor foi acompanhado por algumas questões para orientar o pensamento das futuras professoras na construção das suas respostas hipotéticas. Foi sugerido que usassem a sua criatividade para a apresentação das respostas a cada descritor, mas que houvesse uma coerência interna nas características do exoplaneta. Por exemplo, se o planeta não apresenta água nem outro meio no estado líquido, então não poderia ter organismos com características adaptadas à locomoção num meio aquático.

As diferentes versões do exoplaneta criado por cada grupo receberam *feedback* do professor de Ciências para que as estudantes pudessem melhorar progressivamente as características do exoplaneta e das suas formas de vida. O trabalho das futuras professoras resultou em seis fichas de caracterização de exoplanetas designados Calypso, Colorful, Eloah-07, Kepplocean, Pandora e Scebia. Como exemplo de um desses produtos, apresenta-se a ficha de caracterização do exoplaneta Calypso (Figura 2). As restantes fichas de caracterização podem ser consultadas na secção “Projetos” da página online do projeto.



EXOPLANETA | Calypso

Nome do planeta	Calypso
Distância ao sistema solar	59 ano-luz
Período de translação	289 anos terrestres
Período de rotação	18 horas e 45 minutos terrestres
Temperatura média à superfície	10 °C
Diâmetro	120.500 km
Composição da atmosfera	80% Azoto;18% Oxigénio; 1% Dióxido de carbono; 1% Árgon
Características do relevo	Aproximadamente 40% da superfície do Calypso 2020 é constituída por grandes massas de terra, na sua maioria com extensas área de vegetação, mas também existem algumas áreas áridas e outras de depressão. 60% do planeta é constituído por água, da qual 55% está no estado líquido.
Planetas satélites	Sim: Artémis, Oriana e Pandora
Água	Sim, no estado líquido e sólido.
Formas de vida	Sim. Existe alguma biodiversidade, com vários seres uni e multicelulares. A maioria das espécies são aquáticas, mas a espécie predominante é a <i>Calypsiana</i> . São criaturas dóceis, terrestres, herbívoros, mas também insetívoros.

Figura 2 Ficha de caracterização do exoplaneta Calypso (Créditos: Beatriz Rosado e Filipa Domingos).

Etapa 1.3 | Construir o exoplaneta e as suas criaturas

De acordo com a UNESCO (2006), as indústrias culturais constituem um recurso à disposição dos educadores que pretendem incorporar a arte na educação. Assim sob a orientação da docente de artes plásticas, a construção dos exoplanetas foi antecedida de referências culturalmente relevantes no campo da filmologia de ficção científica, tais como: 2001 Odisseia no Espaço; ET o Extraterrestre; Star Wars; StarTreck; Alien; Dune; Prometheus; Interstellar, e uma profusão de imagens de arte e da natureza que pela sua estranheza se podiam situar no âmbito da designação “criaturas”. Neste projeto, as formas de vida criadas também se passaram a designar “criaturas”, devido ao seu carácter extraterrestre e para adequação da linguagem à faixa etária das crianças. Esta primeira abordagem consistiu numa estratégia de motivação que visou informar visualmente acerca do tema e ativar a imaginação das futuras professoras, tendo em conta que o trabalho que se seguiria seria puramente do domínio do ficcional.

Uma vez definidas as características do exoplaneta (configuração, relevo, atmosfera e cor, entre outras), e determinados o seu tipo de criaturas, procedeu-se a pesquisas iconográficas, seleção de imagens inspiradoras e esboço das figuras. O passo seguinte foi refletir acerca do modo de lhes dar forma tridimensional, identificar os materiais e meios de expressão, tendo em conta as limitações impostas pelas aulas não presenciais, nomeadamente a falta do atelier e dos seus recursos. Através deste processo de criação artística procurou-se promover a reflexividade, criatividade, imaginação, desempenhos (*skills*) e conhecimentos em arte e cultura visual.

Os grupos organizaram-se na divisão das tarefas que foram realizadas individualmente no espaço de cada estudante. Para a construção dos exoplanetas e das suas criaturas optaram pela realização de estruturas recorrendo a materiais de desperdício e utilização de técnicas, como a modelação em pasta de papel e outras técnicas mistas, devido à necessidade de encontrar soluções para a realização das formas pretendidas. De seguida, apresenta-se o processo de elaboração das criaturas realizadas por um grupo de trabalho:

“Para criar o nosso Sciber inspirámo-nos numa criatura microscópica existente que possui propriedades para sobreviver em temperaturas extremas e com uma dieta básica. Para fazer a estrutura da criatura, usámos papelão de caixas de cereal ou leite e outros recursos tais como cola, lápis para colorir, lápis de cera, marcadores. Recortamos tiras de modo a uni-las até formar uma espécie de esfera. Para a cabeça juntámos ao corpo uma pirâmide cortada e para as escamas que cobriam o corpo, bem como para os olhos, os pés e as presas reutilizamos diversos tipos de embalagens em cartão. Realizamos dois exemplares, um pintado com cores quentes (ambiente diurno) e outros com cores frias (ambiente noturno).” (Estudantes do 2º ano da Licenciatura em Educação Básica, 2º semestre 2019/20, Educação Artística Plástica 1).

O processo de trabalho de cada grupo foi continuamente registado em portfólio. As figuras seguintes apresentam exemplos dos trabalhos realizados por toda a turma no final desta etapa.

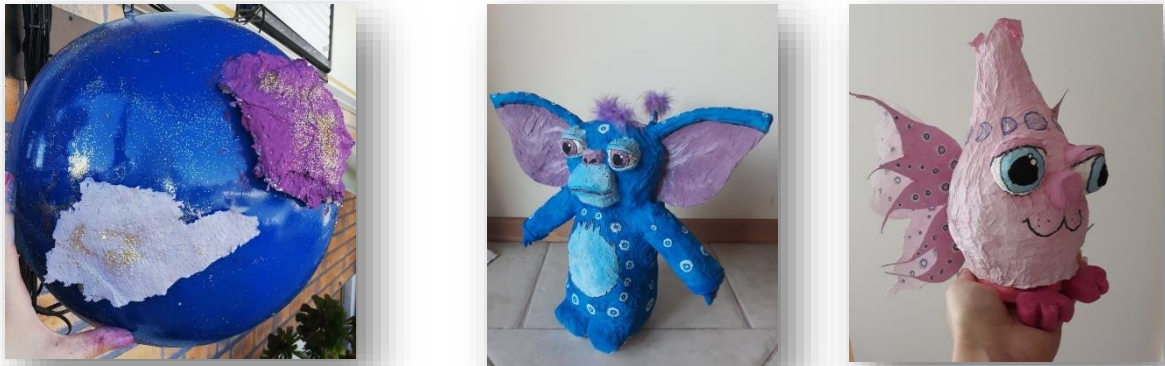


Figura 4 Pormenores do exoplaneta Calypso 2020 e exemplos de criaturas (Créditos: Mafalda Marques e Filipa Domingos).



Figura 5 Pormenores do exoplaneta Colorful e exemplos de criaturas (Créditos: Ana Lameiras e Catarina Marques).

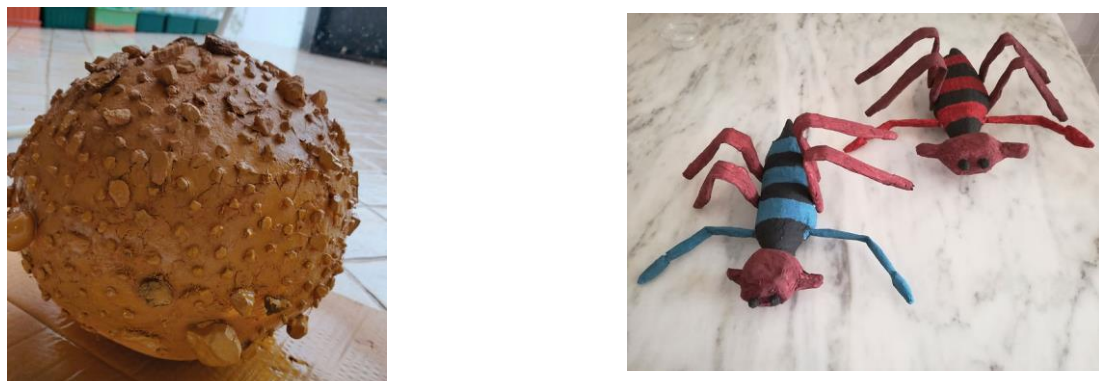


Figura 6 Pormenores do exoplaneta Eloah-07 e exemplos de criaturas (Créditos: Beatriz Antunes e Sandra Bastos).



Figura 7 Pormenor do exoplaneta Kepplocean e exemplos de criaturas (Créditos: Ana Catarina Gomes e Ana Margarida Duarte).



Figura 8 Pormenor do exoplaneta Scebia e da criatura desse exoplaneta (Créditos: Carolina Ferreira e Fabiola García).

2.2 Etapa 2 | Elaborar um recurso educativo

A segunda etapa dividiu-se em dois momentos:

Etapa 2.1 | Criação de uma narrativa e de uma banda desenhada sobre o exoplaneta.

Etapa 2.2 | Criação de um filme de animação.

Etapa 2.1 | Criação de uma narrativa e de uma banda desenhada sobre o exoplaneta

Nesta etapa, as futuras professoras foram estimuladas a utilizar as suas competências no domínio da Língua, nomeadamente a escrita criativa. Assim sendo, foram desafiadas a criar uma curta narrativa, na qual as criaturas que idealizaram interagissem entre si – interações bióticas – e com o meio envolvente (água, ar, solo, rochas, temperatura, etc.) – interações abióticas. De seguida, planificaram uma prancha em banda desenhada (BD) com os principais momentos da narrativa. O público-alvo da narrativa e da banda desenhada podiam ser crianças da educação pré-escolar, 1.º Ciclo do Ensino Básico ou 2.º Ciclo do Ensino Básico. Para a realização dessa tarefa tiveram o apoio da professora de artes plásticas e do professor de ciências.

A tarefa implicou o conhecimento e aplicação de códigos básicos da BD, nomeadamente, a construção da prancha, dos planos da imagem e dispositivos aplicados ao discurso direto e indireto. A imagem na BD foi produzida em fotografia digital a partir dos objetos tridimensionais, com recorte e montagem das figuras sobrepostas aos fundos e apontamentos em desenho digital. Os cenários foram trabalhados para reforçar as lógicas da cor, luz e textura dos respetivos planetas a fim de obter uma unidade visual coerente, apesar de ficcionada.

A tabela seguinte apresenta os títulos das narrativas e das bandas desenhadas (BD) que as estudantes criaram.



Figura 10 Banda-desenhada “Scebiano conhece um humano” (Créditos: Carolina Ferreira)

Tabla 1- Descrição das narrativas e bandas-desenhadas elaboradas no âmbito do projeto “Exoplanetas e suas criaturas”.

Exoplaneta	Título da narrativa e BD	Breve descrição
Calipso	Uma aventura em Calypso - 2020	Relato da viagem de dois seres humanos e do robot Neo Phobos 258376 até Calypso e da sua exploração deste exoplaneta, com objetivos de colonização.
Colorful	Um deslumbrante tesouro no planeta Colorful	História sobre três amigos que vivem no exoplaneta Colorful e das suas aventuras na descoberta de um tesouro.
Eloah7	O tesouro de Zifi e Zofi	História sobre dois amigos, Zifi e Zofi, e de um desentendimento ocorrido entre si devido à partilha do alimento preferido, designado blekefit.
Kepplocean	Uma aventura no mundo Kepplocean	Narrativa sobre as criaturas marinhas Keploc-E11 e da sua interação com o seu alimento (Colibact) e predadores, criaturas grandes semelhantes a moreias.
Pandora	As aventuras de P-21 Perdido em Pandora	História que ocorre em Pandora, uma das luas de Calypso, na qual vive a criatura designada Navi’ Blue P-21. São relatadas as suas aventuras com os habitantes de uma parte desconhecida do exoplaneta, os Navi’ Pink.
Scebia	Scebiano conhece um humano	Narrativa sobre uma criatura que vive no planeta Scebia, designado Scebiano, e da sua interação com um humano.

As bandas desenhadas criadas por cada um dos grupos foram apresentadas e partilhadas numa aula online, através da plataforma Zoom®, na qual foram analisadas as características dos exoplanetas e respetivas criaturas, as narrativas, a articulação entre o texto e a imagem, e a coerência resultante das estratégias visuais e ferramentas digitais utilizadas.

Etapa 2.2 | Criação de um filme de animação sobre o exoplaneta

Nesta etapa foi solicitado às futuras professoras a criação de um vídeo, no qual associassem a animação à narrativa que criaram para a BD. Neste processo, de passagem do texto escrito para o discurso oral, ocorreu a necessidade de desenvolver alguns aspetos das histórias iniciais, sendo mais uma vez ativadas as competências no domínio da Língua, nomeadamente a locução expressiva e o predomínio do discurso direto. Cada grupo reelaborou as imagens dos cenários com base naquelas que haviam sido realizadas para a BD e gravou os discursos (diálogos das criaturas/ personagens), sendo o vídeo elaborado com o apoio de técnicos de informática do Centro Tecnológico da Escola Superior de Educação de Santarém. Os técnicos foram responsáveis pela edição, sonoplastia e animação das narrativas. Este trabalho foi acompanhado pelas estudantes em formação inicial de professores e pelos professores de ciências e de artes plásticas.

2.3 Etapa 3 | Divulgar o recurso educativo

Na última etapa solicitou-se à turma a criação de uma página online agregadora de todos os produtos realizados e informações acerca do projeto. Determinou-se que a responsabilidade da criação da página online seria atribuída a estudantes com experiência prévia na criação desse tipo de recursos digitais, mas que todos os grupos contribuíram com conteúdos para o desenvolvimento da página, com o apoio dos professores de ciências e de artes plásticas. A página online resultante foi criada na plataforma Wix (<https://exoplanetaseseips.wixsite.com/exoplanetas>) e está organizada nas secções que se podem observar na figura 3.



Figura 11 Organização da página online de divulgação do projeto *CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas*.

A secção “Início” é uma abertura da página na qual são apresentadas figuras dos diferentes exoplanetas. A secção “Sobre” descreve brevemente em que consiste o projeto e os seus produtos. A secção “Exoplanetas” explica em que consiste um exoplaneta e apresenta alguns recursos online nos quais se pode consultar mais informação sobre essa temática. A secção “Projetos” apresenta o vídeo, a ficha de caracterização e algumas fotografias de cada um dos exoplanetas e das suas criaturas. A secção “Créditos” é destinada à apresentação dos autores, orientadores pedagógicos e técnicos que colaboraram neste projeto.

3. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Os resultados deste projeto podem ser consultados na página online anterior. O objetivo da sua criação foi, não só contribuir para divulgação do projeto, mas também partilhar os recursos educativos com educadores e professores para que, eventualmente, possam abordar o tema da exploração espacial com os seus grupos de crianças ou alunos. A avaliação da implementação do projeto organiza-se em torno das dimensões produto e processo e resulta de reflexões dos professores envolvidos.

No que diz respeito ao produto, os professores que dinamizaram este projeto consideram uma mais-valia ter resultado de uma colaboração interdisciplinar que mobilizou nas futuras professoras conhecimentos e técnicas de diferentes unidades curriculares e ativou competências adquiridas no domínio da Língua e da escrita criativa.

Os recursos educativos produzidos em vídeo podem ser utilizados por outros educadores e professores em projetos ou domínios de autonomia curricular que partam da exploração espacial como motor para o desenvolvimento de diferentes competências do perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória.

Quanto ao processo, considera-se que o projeto contribuiu essencialmente para o desenvolvimento do pensamento criativo das futuras professoras e para a sua capacidade de colaboração com os outros (pares, professores e técnicos de informática). Num contexto pandémico de particular exigência ao nível da autonomia e organização pessoal, as estudantes tiveram de mobilizar o pensamento criativo para idealizar e caracterizar e concretizar os objetos (exoplaneta, criaturas, BD, vídeo), numa interação permanente entre si e com os professores envolvidos no projeto.

Na sua conceção, o desenho do projeto permitiu que as estudantes contextualizassem a teoria através da aplicação prática das disciplinas artísticas. Os saberes, científico, artístico e tecnológico foram mobilizados na medida em que tiveram de caracterizar com coerência os diferentes indicadores do exoplaneta e imaginar as características das respetivas criaturas, aplicar diferentes técnicas de expressão plástica para modelarem o exoplaneta e construírem as suas criaturas, criar uma narrativa, aprender e aplicar os códigos da BD, e colaborar com os técnicos de informática no processo de criação de um filme de animação.

O guião do projeto dado inicialmente às futuras professoras como ponto de partida, uma vez completado com as suas produções, funcionou como objeto de comunicação, dando visibilidade *online* ao trabalho desenvolvido pelos diferentes os grupos. O guião foi-se constituindo como o portfólio do projeto de cada grupo e tornou-se também um instrumento de avaliação contínua e final.

No que diz respeito ao processo colaborativo entre o professor de ciências e a professora de artes plásticas, conscientes de que os projetos STEAM por vezes são criticados devido à falta de clareza dos seus objetivos de aprendizagem (NASEM, 2020), destaca-se a clara identificação inicial dos objetivos de aprendizagem das respetivas unidades curriculares que interagiram durante o projeto. Os objetivos de aprendizagem definidos foram os reguladores da comunicação e discussão entre os docentes, presencialmente ou online, para melhorar as tarefas de modo a contribuir para a sua consecução.

Quanto a constrangimentos, os professores que organizaram o projeto destacam que a sua longa duração pode ser um impedimento em outros contextos. No entanto, neste trabalho essa longa duração revelou-se essencial para o aprofundamento de todas as etapas e dos respetivos produtos. Caso o tempo seja um constrangimento, os educadores e professores que pretendam desenvolver um projeto STEAM semelhante podem optar por realizar apenas algumas das suas etapas, o que diminui substancialmente o tempo necessário para a sua realização. Outro constrangimento possível são os conhecimentos técnicos necessários para a edição, sonoplastia e animação das narrativas. Esse problema pode ser obviado pela utilização de *softwares* com programas pré-definidos que facilitam a construção de animações. No presente caso, considera-se que essas competências não constituíram uma limitação devido ao apoio prestado por técnicos de informática da instituição, com as competências necessárias para a produção dos vídeos.

4. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Este trabalho apresenta em detalhe o projeto interdisciplinar *CreativeLab_Sci&Math/Exoplanetas e suas criaturas*, que poderá interessar a outros educadores e professores para introduzirem a temática da exploração espacial, a qual se recobre de um renovado interesse na década de 2020. Foram criados, no total, seis exoplanetas (Calypso, Colorful, Eloah-07, Kepplocean, Pandora e Scebia) com as respetivas formas de vida (criaturas). Esses recursos pedagógicos foram organizados numa página online (<https://exoplanetaseseips.wixsite.com/exoplanetas>) e podem ser usados como estratégia de motivação para os educadores e professores abordarem o tema da exploração espacial com os seus grupos de crianças ou alunos. As tarefas e os recursos utilizados nas diferentes etapas do projeto podem ser adaptados por outros educadores e professores aos seus contextos, no caso de pretenderem realizar um projeto semelhante.

O carácter interdisciplinar do projeto exemplifica, ainda, como as diferentes áreas STEAM podem ser mobilizadas para a exploração da temática dos exoplanetas, nomeadamente através da conceção e caracterização de um exoplaneta (Science), construção do exoplaneta e das suas criaturas (Arts), criação de narrativas para banda desenhada e vídeo, exploração de recursos e plataformas digitais para criação de imagem (Science/Arts/Technology), e produção de recursos educativos digitais sobre os exoplanetas (Technology).

Como limitações do projeto destaca-se o prejuízo que a pandemia COVID-19 trouxe à sua divulgação. Inicialmente, pretendia-se a partilha presencial dos produtos do projeto em salas de aula da Educação Pré-Escolar e dos níveis iniciais do ensino básico, o que não foi possível após a consecução do projeto devido aos constrangimentos decorrentes da pandemia.

Conclui-se realçando que, no contexto da educação em STEAM, os futuros professores adquirem uma dimensão holística dos saberes envolvidos nos projetos STEAM, expandindo os horizontes do compartimento disciplinar. Os exoplanetas constituíram-se como uma temática integradora que permitiu a mobilização de diferentes competências nas futuras professoras, associadas às áreas da ciência, tecnologia e artes, e outras já adquiridas no domínio da Língua, como produção escrita e oral e escrita criativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem à Inês Matias, Rosa Oliveira e Rui Lopes o apoio técnico na edição, animação e sonoplastia dos vídeos sobre os exoplanetas.

REFERÊNCIAS

- An, S.A. (2017). Preservice teachers' knowledge of interdisciplinary pedagogy: the case of elementary mathematics–science integrated lessons. *ZDM Mathematics Education*, 49(2), 237-248. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0821-9>
- An, S. (2020). The impact of STEAM integration on preservice teachers' disposition and knowledge. *Journal of Research in Innovating Teaching & Learning*, 13(1), 27-42. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0005>
- CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas. <https://exoplanetaseseips.wixsite.com/exoplanetas>

- DiFrancesca, D., Lee, C., & McIntyre, E. (2014). Where is the 'E' in STEM for young children? Engineering design education in an elementary teacher preparation program. *Issues in Teacher Education* 23(1), 49-64. <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol53/iss1/5>
- Erdogan, I., & Ciftci, A. (2017). Investigating the views of pre-service science teachers on STEM education practices. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(5), 1055-1065.
- European Space Agency (ESA) (s.d.a). *Science & Exploration. What are exoplanets?* European Space Agency. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Cheops/What_are_exoplanets
- European Space Agency (ESA) (s.d.b). *Teach with exoplanets.* European Space Agency https://www.esa.int/Education/Teach_with_Exoplanets
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearon, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- McComas, W. F., & Burgin, S. R. (2020). A critique of "STEM" Education. *Science & Education*, 29, 805–829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
- Millar, V. (2020). Trends, Issues and Possibilities for an Interdisciplinary STEM Curriculum. *Science & Education*, 29, 929–948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
- National Aeronautics and Space Exploration (NASA) (s.d.). *Exoplanet Exploration. Planets beyond our solar system.* National Aeronautics and Space Exploration. <https://exoplanets.nasa.gov/>
- National Research Council (NRC) (2014). *STEM Learning Is Everywhere: Summary of a Convocation on Building Learning Systems.* The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18818/stem-learning-is-everywhere-summary-of-a-convocation-on-building>
- National Research Council (NRC) (2015). *Sharing the Adventure with the Student: Exploring the Intersections of NASA Space Science and Education: A Workshop Summary.* The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/21751>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NAEM) (2020). *NASA's Science Activation Program: Achievements and Opportunities.* The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25569>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NAEM) (2022). *Science and Engineering in Preschool Through Elementary Grades: The Brilliance of Children and the Strengths of Educators.* The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26215>
- Park, H., Byun, S., Sim, J., Han, H., & Baek, Y.S. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1739-1753. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a>
- UNESCO (2006). *Roteiro para a Educação Artística.* Comissão Nacional da UNESCO.

TALLER PARA DESARROLLAR CONOCIMIENTO EMOCIONAL EN DOCENTES DE MATEMÁTICAS

WORKSHOP PARA DESENVOLVER O CONHECIMENTO EMOCIONAL DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA

WORKSHOP TO DEVELOP EMOTIONAL KNOWLEDGE IN MATHEMATICS TEACHERS

María S. García González

Universidad Autónoma de Guerrero, México
msgarcia@uagro.mx

RESUMEN | En México, actualmente, el currículo demanda a los docentes el desarrollo de habilidades socioemocionales, pero ellos no se encuentran capacitados. Ante esta demanda, se propuso el diseño de un taller virtual para desarrollar el conocimiento emocional de docentes de matemáticas fundamentado en la teoría de la estructura cognitiva de las emociones. La implementación del taller se ha realizado de 2020 a 2022, y participaron 96 docentes mexicanos de distintos niveles educativos, desde primaria (6-12 años) hasta bachillerato (15-18 años en adelante). La valoración de la implementación señala que la mayoría de los docentes no se conoce emocionalmente, debido a que carecen de estrategias para hacerlo, pero con ayuda de las herramientas proporcionadas en el taller son capaces de reconocer las situaciones que desencadenan sus emociones, así como de otorgar una palabra emocional a lo que sienten. Se espera que estas herramientas puedan ser implementadas por los docentes con sus estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Emociones, profesores, Talleres virtuales, Matemáticas, Afecto.

RESUMO | No México, o currículo atualmente exige que os professores desenvolvam habilidades socio emocionais, mas eles não são treinados, diante dessa demanda, foi proposto o desenho de um workshop virtual para desenvolver o conhecimento emocional dos professores de matemática com base na teoria da cognição da estrutura emoções. A implementação do workshop foi realizada de 2020 a 2022, e participaram 96 professores mexicanos de diferentes níveis educacionais, desde a escola primária (6 - 12 anos) até ensino médio (15 - 18 anos). A avaliação da implementação indica que a maioria dos professores não se conhece emocionalmente, pois carecem de estratégias para tal, mas com o auxílio das ferramentas disponibilizadas na workshop conseguem reconhecer as situações que desencadeiam suas emoções, bem como dar uma palavra emocional para o que eles sentem. Espera-se que essas ferramentas possam ser implementadas pelos professores com seus alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Emoções, Professores, Workshop virtual, Matemática, Afeto.

ABSTRACT | In Mexico, currently, the curriculum demands from teachers the development of socio-emotional skills, but they are not trained, in view of this demand, I propose the design of a virtual workshop to develop the emotional knowledge of mathematics teachers based on the theory of the structure cognition of emotions. The implementation of the workshop took place from 2020 to 2022, and 96 Mexican teachers from different educational levels participated, from elementary school (6 - 12 years old) to high school (15 - 18 years old). The valuation of the implementation indicates that most teachers do not know each other emotionally, because they lack strategies to do so, but with the help of the tools provided in the workshop they are able to recognize the situations that trigger their emotions, as well as give an emotional word to what they feel. It is expected that these tools can be implemented by teachers with their students.

KEYWORDS: Emotions, Teachers, Virtual workshops, Mathematics, Affect.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza es una labor demandante ya que exige por parte del docente conocimientos disciplinares y competencias para poder enseñar, además de habilidades sociales para tratar con los estudiantes. A esto se une la carga administrativa, entre ellas reportes de planeaciones. Lo anterior ha puesto en evidencia nuevos riesgos que afectan la salud de los docentes por la excesiva carga laboral, una evidencia de ello es el estrés (Rodríguez et al., 2017). Respecto a las causas de este malestar docente, Ramírez et al. (2008) lo asocian al salario y a la inseguridad en el entorno de la escuela en que laboran, para Leibovich y Schufer (2002) entre los factores que provocan un sentimiento de incomodidad del docente se encuentran la ampliación de su rol, la incongruencia que existe entre lo que tiene que enseñar y la realidad académica del alumnado, y la presión por estar actualizado.

Desde la Educación Matemática, este malestar docente se traduce en emociones negativas. De acuerdo con los resultados de investigaciones, existen tres razones por las que se desencadenan las emociones negativas de los docentes que enseñan matemática: (a) las experiencias emocionales experimentadas cuando eran estudiantes: generalmente, quienes tuvieron experiencias negativas con las matemáticas las siguen experimentando cuando se convierten en profesores, conservando la creencia de que las matemáticas son difíciles (Coppola et al., 2012; Di Martino y Sabena, 2011); (b) el conocimiento de la asignatura: muchos de los docentes que tienen la responsabilidad de enseñar matemáticas no siempre son especialistas en los contenidos que les marca el currículo escolar (Philipp, 2007); y (c) el cumplimiento de metas de los estudiantes, las emociones de los docentes son desencadenadas en función de las metas que puedan alcanzar los estudiantes, por ejemplo, que aprendan o que resuelvan los problemas (García-González y Martínez-Sierra, 2016).

En el caso de México se le ha dado poca atención al fenómeno emocional de los docentes (Rodríguez, et al., 2017), como ejemplo basta mencionar la escasa literatura sobre emociones y docentes de matemáticas mexicanos. Sin embargo, el Sistema Educativo Mexicano desde el currículum de educación básica ha tomado en cuenta la dimensión emocional en años recientes. Primero en el Modelo Educativo de 2017 (SEP, 2017) con la inclusión de las habilidades socioemocionales como área de desarrollo personal, y lo vuelve a hacer en el Marco curricular y Plan de estudios 2022 de la Educación Básica Mexicana (SEP, 2022), ahora dentro de uno de los ejes articuladores del currículo de la educación básica, la educación estética que “favorece un clima de respeto y cordialidad, en todos los campos formativos, en el que sea posible, para todos y todas, la expresión de las ideas, las emociones y los juicios, sin temor a represalias o exclusiones” (SEP, 2022, p. 122).

El reconocimiento a estas cuestiones afectivas ha obligado a los docentes a documentarse sobre el tema de las emociones, principalmente para trabajar con sus estudiantes, olvidándose de sus propias emociones. Es notorio en la redes sociales el aumento de la oferta de talleres y capacitaciones para atender a la demanda, desde instituciones oficiales, y también los docentes por su propia cuenta han buscado documentarse al respecto, a pesar de ello estamos en los inicios de un largo recorrido por el tema de las emociones, hace falta conocer emocionalmente a los docentes desde la investigación, y hace falta que ellos mismos se conozcan emocionalmente, antes de pedirles que ayuden a sus estudiantes a desarrollar habilidades emocionales.

Con la finalidad de ayudar a los docentes a adquirir conocimiento de sus emociones se propone como objetivo el diseño y la implementación de un taller por medio del cual se puedan desarrollar las 5 habilidades del conocimiento emocional (García-González, 2020). A saber, 1) reconocer que sentimos, 2) reconocer lo que sentimos; 3) ponerle nombre a la emoción; 4) reconocer la situación desencadenante de la emoción, y 5) distinguir las emociones negativas de las positivas.

El diseño del taller se sustenta en el constructo conocimiento emocional desarrollado por la autora con base en la teoría de la Estructura Cognitiva de las Emociones (Ortony et al., 1996). Y su implementación se ha realizado desde 2020 a 2022 por medio de invitaciones a la autora en el marco de eventos virtuales de Educación Matemática en México a los que asistían docentes de distintos niveles escolares. Participaron en la implementación del taller un total de 96 docentes mexicanos de distintos niveles educativos, desde primaria (6-12 años) hasta bachillerato (15-18 años), divididos en 6 talleres. Los participantes por taller fueron, taller 1, 30 docentes, taller 2, 15 docentes, taller 3, 15 docentes, taller 4, 21 docentes, taller 5, 15 docentes, y taller 6, 15 docentes.

Los resultados de la implementación señalan que la mayoría de los docentes no se conoce emocionalmente, debido a que carecen de estrategias para hacerlo, pero con ayuda de las herramientas proporcionadas son capaces de reconocer las situaciones que desencadenan sus emociones, así como de otorgar una palabra emocional a lo que sienten. Se considera que la principal contribución del taller es que se vuelve un espacio propicio para que el docente hable de sus emociones. Durante la implementación se apreció que la mayoría de los docentes, a pesar de reconocer que las emociones influyen su enseñanza, no cuentan con un espacio para reflexionar ni de forma individual, ni con colegas, sobre sus emociones. Al hacerlo en las sesiones del taller, pudieron sensibilizarse, y reconocer, que ellos, al igual que sus colegas, experimentan tanto emociones positivas como negativas. Por ello es necesario el desarrollo de espacios en dónde los docentes puedan hablar con pares de cuestiones emocionales, y esta misma estrategia de hablar en grupo sobre las emociones puede ser empleada con los estudiantes.

2. EL CONOCIMIENTO EMOCIONAL

El conocimiento emocional se basa en los fundamentos de la teoría de la Estructura Cognitiva de las Emociones, denominada teoría OCC (Ortony et al., 1996). Esta teoría parte del supuesto que las emociones resultan de las interpretaciones y explicaciones que las personas hacen sobre las situaciones que provocan la emoción. De ahí que desde la OCC se define una emoción como “una reacción con valencia ante situaciones desencadenantes (acontecimientos, agentes u objetos), cuya naturaleza viene determinada por la manera en cómo es interpretada la situación desencadenante” (Ortony et al., 1996, p.13).

La definición anterior tiene las siguientes dos implicaciones. Primero, una emoción aparece a partir de algo que la provoca, a eso se le denomina *situación desencadenante*. Segundo, para que suceda la emoción, la situación desencadenante debe ser *valorada* por la persona, esto es, la persona interpreta la situación desencadenante con base en sus creencias, conocimientos previos, y experiencias. Por tanto, una misma situación desencadenante puede provocar emociones diferentes, porque la valoración depende de la personalidad del individuo. Pero una emoción experimentada por una persona, solo puede ser desencadenada por una situación. Esta situación puede estar basada en acontecimientos, personas u objetos.

La teoría OCC contempla tres clases de emociones. 1) *Emociones basadas en acontecimientos*: Se refiere a emociones experimentadas por acontecimientos deseables o indeseables respecto de metas planteadas. 2) *Emociones de atribución*: Se refiere a emociones experimentadas a causa de las acciones cometidas por otra persona (agente), dichas acciones se valoran en términos de cumplir o violar normas. 3) *Emociones de atracción*: Se refiere a emociones experimentadas por la actitud de atracción o la actitud de rechazo hacia objetos. Para contextualizar con la enseñanza de las matemáticas, los acontecimientos pueden ser referidos a eventos de la clase, como participar, resolver problemas o acreditar exámenes. Los agentes pueden ser los docentes, los estudiantes o los directivos, y la matemática es vista como un objeto, que causa gusto, o rechazo. Además, la OCC brinda una tipología de emociones desde la cual se analizan las producciones de los docentes (ver Tabla 1).

Tabla 1- Tipología OCC

Clase	Grupo	Tipos (ejemplo de nombre)
Reacciones ante los acontecimientos	Vicisitudes de los otros	Contento por un acontecimiento deseable para alguna otra persona (<i>feliz-por</i>)
		Contento por un acontecimiento indeseable para alguna otra persona (<i>alegre por el mal ajeno</i>)
		Descontento por un acontecimiento deseable para alguna otra persona (<i>resentido-por</i>)
		Descontento por un acontecimiento indeseable para alguna otra persona (<i>quejoso-por</i>)
		Contento por la previsión de un acontecimiento deseable (<i>esperanza</i>)
	Basadas en previsiones	Contento por la confirmación de la previsión de un acontecimiento deseable (<i>satisfacción</i>)
		Contento por la refutación de la previsión de un acontecimiento indeseable (<i>alivio</i>)
		Descontento por la refutación de la previsión de un acontecimiento deseable (<i>decepción</i>)
		Descontento por la previsión de un acontecimiento indeseable (<i>miedo</i>)
		Descontento por la confirmación de la previsión de un acontecimiento indeseable (<i>temores confirmados</i>)
Reacciones ante los objetos	Bienestar	Contento por un acontecimiento deseable (<i>júbilo</i>)
	Atracción	Descontento por un acontecimiento indeseable (<i>congoja</i>)
		Agrado por un objeto atractivo (<i>agrado</i>)
Reacciones ante el acontecimiento y el agente simultáneamente	Bienestar/Atribución	Desagrado por objeto repulsivo (<i>desagrado</i>)
		Aprobación de la acción plausible de otra persona y contenido por el acontecimiento deseable relacionado (<i>gratitud</i>)
		Desaprobación de la acción censurable de otra persona y descontento por el acontecimiento deseable relacionado (<i>ira</i>)
		Aprobación de la acción plausible de otra persona y contenido por el acontecimiento deseable relacionado (<i>complacencia</i>)
		Desaprobación de una acción censurable de uno mismo y descontento por el acontecimiento indeseable relacionado (<i>remordimiento</i>)

Por su parte, el conocimiento emocional hace referencia a la información que el docente tiene de las emociones que experimenta en el aula de matemáticas (García-González, 2020). Y se desarrolla por medio de las siguientes habilidades:

1. *Reconocer que sentimos*, debido a que las emociones son parte de la naturaleza humana.
2. *Reconocer lo que sentimos*, esto es, ser capaces de reconocer qué emoción se experimenta ante determinada situación.
3. *Ponerle nombre a la emoción*, es decir, conocer la palabra emocional que representa claramente lo que sentimos. Las palabras emocionales guardan relación con la intensidad de la emoción, por ejemplo, no es lo mismo sentir miedo que pavor, este último da cuenta de una intensidad mayor que el miedo.
4. *Reconocer la situación desencadenante de la emoción*.
5. *Distinguir las emociones negativas de las positivas*.

Las habilidades del conocimiento emocional están en correspondencia con la teoría OCC. La OCC parte del hecho de que los seres humanos experimentan emociones, por tanto, son sensibles al reconocimiento de ellas (habilidad 1). Para reconocer la emoción que se experimenta (habilidad 2), con base en la definición de la OCC, se debe poner atención a la situación desencadenante (habilidad 4) y a la valoración, y junto a ello se debe ser capaz de darle un nombre a la emoción, mediante una palabra emocional (habilidad 3). Desde la OCC, se distinguen dos tipos de valoraciones, aquellas relacionadas con el contento y el agrado que darán cuenta de emociones positivas, y aquellas relacionadas con el desagrado y el descontento que darán cuenta de las emociones negativas (habilidad 5).

2.1 El diseño del taller

El taller está planeado para ser desarrollado en 3 sesiones, cada una de 2 horas de duración como mínimo y 4 máximas, en ellas se desarrollan actividades teóricas y prácticas con la intención de ayudar al docente a desarrollar su conocimiento emocional. En la Tabla 2 se desglosan los contenidos.

Tabla 2- *Contenido del taller*

Sesiones	Temas a desarrollar
1	Las emociones desde la OCC
2	Conocimiento emocional
3	Herramientas para desarrollar el conocimiento emocional

La primera sesión tiene como objetivo familiarizar a los docentes con la teoría OCC, y con ello definir la emoción como una reacción con valencia ante situaciones desencadenantes. En la sesión 2, se habla del conocimiento emocional y sus habilidades. Finalmente, en la sesión 3 se ofrecen a los docentes tres instrumentos para poder desarrollar las habilidades del conocimiento emocional. Se trata del dibujo, la narrativa y el perfil emocional.

El taller está diseñado para ser implementado de forma virtual, con ayuda de un software o plataforma de videoconferencias, lo cual es ventajoso para que el docente pueda participar en horarios convenientes dependiendo de sus labores. Como requisito se pide que tengan una

cuenta de correo Gmail para que puedan tener acceso a una carpeta Drive en dónde se comparte el material a utilizar, como las presentaciones de contenido teórico, lecturas y actividades que deben realizar. En la primera sesión se presenta el taller, indicando el objetivo perseguido, el contenido, los horarios y la forma de trabajo. Además de presentarse la impartidora del taller y los docentes. Dependiendo del número de docentes, la presentación de cada uno se hace por medio de la palabra o por la herramienta Jamboard de Google. Enseguida se describen las actividades realizadas por cada una de las sesiones.

2.1.1 Sesión 1: Las emociones desde la OCC

Esta primera sesión inicia con una actividad que pretende el desarrollo de la primera habilidad del conocimiento emocional “reconocer que sentimos”, y se enmarca en la vida personal más que en la académica, es decir se pretende reconocer que las emociones están presentes siempre en la vida de los seres humanos. En esta actividad se pide a los docentes responder la pregunta: Desde que se despertó hasta esta hora, ¿cuántas emociones has experimentado? Para que comuniquen su respuesta se indica el uso de una clave (*clave Zoom*) debido a la interacción virtual. Se les solicita tener prendida la cámara para comunicar su respuesta por medio del uso de sus manos y dedos, el puño cerrado indica cero emociones, los dedos de las manos sirven para comunicar hasta 10 emociones, y el puño señalando con el dedo índice se usa para comunicar más de 10 emociones (ver Figura 1).



Figura 1 Reconociendo emociones, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

Posteriormente se inicia con el tema de las emociones, para ello la actividad 2 sugiere responder la pregunta ¿qué es una emoción?, con la intención de conocer lo que los docentes conocen teóricamente respecto al tema. Se deja libre la participación. Generalmente quien responde señala que son reacciones fisiológicas, o que son sentimientos que se experimentan. Después de escuchar las respuestas, se les dice a los docentes que para entender lo que es una emoción, lo mejor es experimentarla y es que existen diferentes formas de definir una emoción, dependiendo de la postura teórica. Como en el taller se pretende el uso de la teoría OCC la actividad 2 pretende desencadenar emociones en los docentes por medio de las imágenes (ver Figura 2).

Actividad 2:

Observe la imagen, ¿qué emoción le provoca?

Escríbala



Figura 2 Búsqueda de consenso para definir emociones, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

En la Figura 2 las imágenes son escogidas con un objetivo, la primera de ellas (izquierda) para desencadenar emociones de alegría o satisfacción ante logros personales de los docentes, como su graduación, o bien la de sus estudiantes. La imagen de la derecha pretende que lo docentes escriban una sensación corporal, como el hambre en lugar de una emoción, lo que da pie a hablar de las diferencias entre las sensaciones fisiológicas como el hambre y el frío, y las emociones.

Posterior al desarrollo de la actividad 2 se comunica a los docentes la siguiente información respecto a las emociones desde el punto de vista de la OCC:

1. Una emoción se activa a partir de un acontecimiento (las imágenes).
2. El acontecimiento puede ser externo o interno; actual, pasado o futuro; real o imaginario.
3. El acontecimiento también se denomina estímulo, o Situación Desencadenante (SD).
4. Dentro de las SD que pueden generar emociones están: los hechos, las cosas, los animales, personas, etc.
5. La mayoría de las emociones se generan en la interacción con otras personas.
6. Cuando se produce una emoción es porque el acontecimiento fue valorado.

Respecto al punto 6, la valoración, se les comunica lo siguiente.

- La valoración es un mecanismo innato, trata de responder a la pregunta: ¿esto cómo afecta a mi supervivencia?, ¿cómo afecta a mi bienestar?
- La valoración puede ser consciente o inconsciente.
- En la valoración está presente el grado en que se percibe el acontecimiento como positivo o negativo.
- En la valoración intervienen conocimientos previos, creencias, objetivos personales, percepción de ambiente provocativo, etc.
- Una emoción depende de lo que es importante para nosotros.

Respecto al último punto, se lleva a la discusión la enseñanza de las matemáticas, y se resalta que no todos los docentes experimentan las mismas emociones ante situaciones desencadenantes iguales, por ejemplo, un docente puede enfadarse si sus alumnos llegan tarde a clase, debido a que se pierden de toda la información ya comunicada, pero para otro docente, esta situación puede serle indiferente, y no experimentar emoción al respecto.

La información anterior ayuda a poder compartir con los docentes la definición de emoción desde la OCC, además de que pueda ser comprendida (ver Figura 3).

DEFINICIÓN OCC

□ Emoción

Reacción con **valencia** ante **situaciones desencadenantes** (acontecimientos, agentes u objetos), su naturaleza viene determinada por la manera en **cómo es interpretada** la situación desencadenante.

Figura 3 Emoción desde la OCC, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

2.1.2 Sesión 2: El conocimiento emocional

Para empezar la sesión 2, se inicia retomando la clasificación de emociones en positivas, aquellas que implican experiencias de placer, y negativas, las que implican experiencias desagradables, y a manera de ejercicio se les plantea a los docentes la actividad 3, consistente en escribir en los recuadros emociones positivas y negativas (ver Figura 4).

Actividad 3: Clasifiquemos las emociones

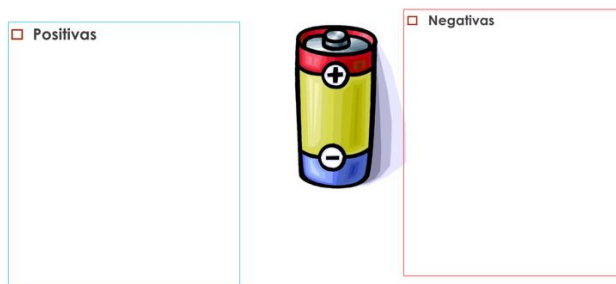


Figura 4 Clasificación de emociones, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

Para complementar la actividad 3, la actividad 4 plantea a los docentes una escala de tiempo en la que se clasifican varias formas de sentir, como las emociones, los estados de ánimo, los sentimientos, los desórdenes emocionales y los rasgos de personalidad (ver Figura 5). De todas ellas, las emociones son las de poca duración.

Actividad 4: Varias formas de sentir

Observa las palabras, ¿son emociones?

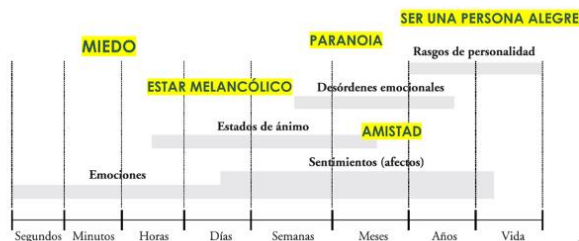


Figura 5 Diferentes formas de sentir, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

De acuerdo con la literatura (Ramírez et al., 2022) se espera que las actividades 3 y 4, den cuenta de que no todos los docentes saben distinguir una emoción de un sentimiento o estado de ánimo, además de que no todos poseen un vocabulario emocional. De ahí que se vuelve necesario hablar de conocimiento emocional, que se introduce mediante una metáfora, la del pez (ver Figura 6).

¿Qué necesitamos para enseñar?



Dear fish, you have an island on your back (Erik Johansson).
Fuente: www.erikjp.com/fishy-island

Conocimiento especializado



Conocimiento emocional

Conocimiento emocional: Información que el docente tiene de las emociones que experimenta en el aula (basado en García, 2020).

Figura 6 Metáfora del pez, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

La isla representa el conocimiento especializado para enseñar matemáticas, esto es, el conocimiento matemático y el didáctico, la mayoría de los docentes se preocupa por tener estos dos tipos de conocimiento, ya que de lo contrario no podrá desarrollar sus clases, y olvida ese gran pez que sostiene a la isla, el conocimiento emocional, referido a la información que el docente posee de las emociones que experimenta en el aula. Después de esta metáfora se presentan a los docentes las 5 habilidades del conocimiento emocional, mismas que serán desarrolladas por medio de herramientas que se describen en la sección siguiente.

2.1.3 Sesión 3: Herramientas para desarrollar el conocimiento emocional

En esta última sesión se describen 3 herramientas para desarrollar el conocimiento emocional, y se ponen en práctica por los docentes, se trata de la narrativa, el dibujo y el perfil emocional. Todas estas herramientas se presentan y ejemplifican en el taller, pero dependiendo del número de asistentes y el tiempo se elige una de ellas para desarrollarla.

La narrativa es una herramienta propuesta por García-González y Martínez-Padrón (2020) para desarrollarla se les pide a los docentes tomar un tiempo libre fuera de sus actividades cotidianas para escribir su historia con las matemáticas, posteriormente cada uno lee su escrito, y se realizan comentarios respecto a las experiencias negativas y positivas del relato. En esta técnica es importante escuchar la narración para identificar las emociones que se mencionan, y posteriormente hacer comentarios respecto a las experiencias emocionales. A manera de ejemplo se presenta el caso del docente de secundaria PA.

PA: *Me hace sentir orgulloso de mi trabajo cuando encuentro a mis ex-alumnos estudiando sus carreras, me saludan y me dan las gracias por lo que les he enseñado, esto me da una satisfacción enorme, porque reconocen mi trabajo (tomado de García-González y Martínez-Padrón, 2020, p. 169)*

Desde la interpretación de la OCC P_A experimenta la emoción de orgullo al ver que sus estudiantes continuaron con su educación y han cumplido sus metas, también se identifica la emoción de satisfacción porque los alumnos reconocen el trabajo del docente.

El dibujo es otra técnica implementada por García-González y Martínez-Padrón (2020). Consiste en que de manera individual cada docente realice un dibujo sobre una emoción negativa y otra positiva que experimenta en su clase de matemáticas sin usar palabras emocionales, posteriormente cada docente explica sus dibujos, comunicando la situación desencadenante y la palabra emocional. Para tener evidencia de las producciones, posterior al desarrollo de la actividad, se les solicita a los docentes acompañar su dibujo de la palabra emocional y la situación desencadenante. A manera de ejemplo de esta técnica se presenta el caso de una maestra novel, en el dibujo (Figura 7) la docente expresa su alegría y satisfacción cuando el estudiante entiende un tema que ella explica, pero también expresa su tristeza y desconcierto cuando el estudiante no pone atención en clase.

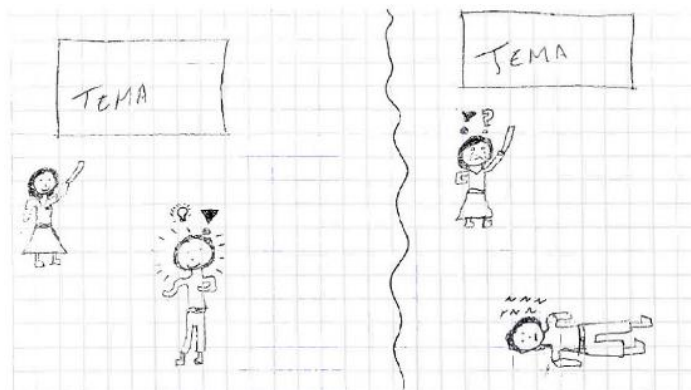


Figura 7 El dibujo, Fuente: García-González y Martínez-Padrón (2020).

El perfil emocional se retoma de García-González y Ramos (2020) se trata de un esquema en el que se desglosa la información sobre las emociones que experimenta un docente durante la enseñanza de las matemáticas, con la intención de comprender su comportamiento y su toma de decisiones. A manera de ejemplo se presenta el caso de la maestra Norma (Figura 8).

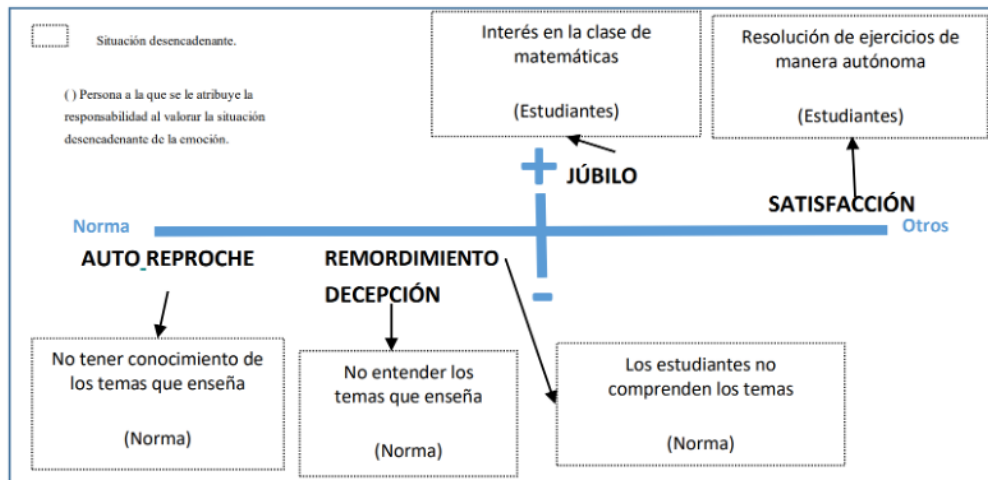


Figura 8 Perfil emocional de Norma, Fuente: García-González y Ramos (2020).

3. IMPLEMENTACIÓN DEL TALLER PARA EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO EMOCIONAL

La implementación del taller se realizó de 2020 a 2022 por medio de invitaciones a la autora en el marco de eventos virtuales en los que asistían docentes de matemáticas. Participaron en la implementación un total de 96 docentes mexicanos de distintos niveles educativos, desde primaria (6-12 años) hasta bachillerato (15-18 años), divididos en 6 talleres. Los participantes por taller fueron, taller 1, 30 docentes, taller 2, 15 docentes, taller 3, 15 docentes, taller 4, 21 docentes, taller 5, 15 docentes, y taller 6, 15 docentes. En esta sección se presentan resultados relevantes de la implementación en los distintos talleres con la finalidad de evidenciar los alcances logrados, la presentación se realiza por cada una de las sesiones.

3.1.1 Sesión 1: Las emociones desde la OCC

Respecto a la actividad 1 para desarrollar la habilidad “reconocer que sentimos”, la mayoría de los docentes contabiliza sus emociones entre 5 y 10. Lo que da cuenta de que son sensibles al tema (ver Figura 9).



Figura 9 Contando emociones, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

Respecto a la actividad 2, en la imagen de los tacos aparecen palabras que no son emociones, como el caso del hambre y del antojo (ver Figura 10), y también aparece la misma palabra emoción en el caso de la docente P5. Esto último es común en los docentes, usan la palabra emoción para dar cuenta de una emoción positiva como la felicidad (Ramírez et al., 2022).



Figura 10 Palabras emocionales, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

3.1.2 Sesión 2: El conocimiento emocional

Como resultado de la actividad 3, referente a la clasificación de emociones los docentes logran acomodar palabras, pero no siempre se trata de emociones (ver Figura 4).

Actividad 3: Clasifiquemos las emociones

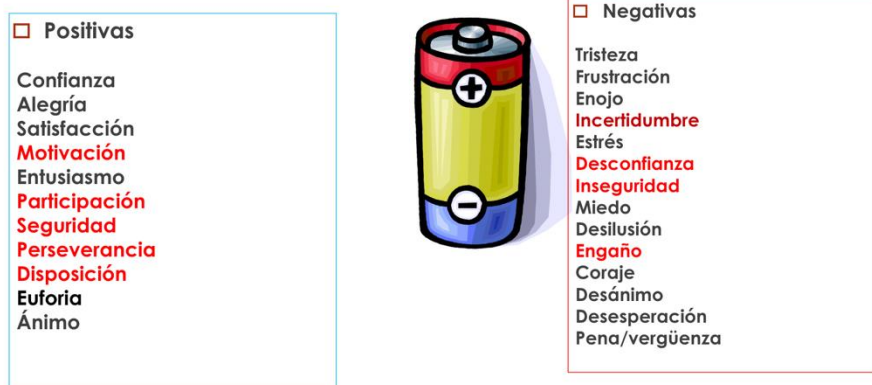


Figura 11 Clasificación de emociones, Fuente: Captura de pantalla de diapositiva de trabajo.

Para ayudarlos a mejorar su vocabulario emocional se les recomienda consultar la Rueda de las Emociones de Plutchik¹ y la tipología OCC.

¹ <https://esp.6seconds.org/2020/07/04/explorando-la-rueda-de-las-emociones-de-plutchik/>

3.1.3 Sesión 3: El dibujo como herramienta para desarrollar el conocimiento emocional

Un recuento de todos los dibujos de los 96 docentes, arrojan un total de 12 tipos de emociones OCC, de ellas la más frecuente son las emociones positivas de satisfacción y feliz-por, seguidas de dos emociones negativas, quejoso-por y la decepción (ver Figura 12). Se aclara al lector que la suma total de las frecuencias es 123, debido a que en algunos casos los docentes, solo realizaron un dibujo, en lugar de los dos solicitados, y hubo casos en los que no hicieron los dibujos.

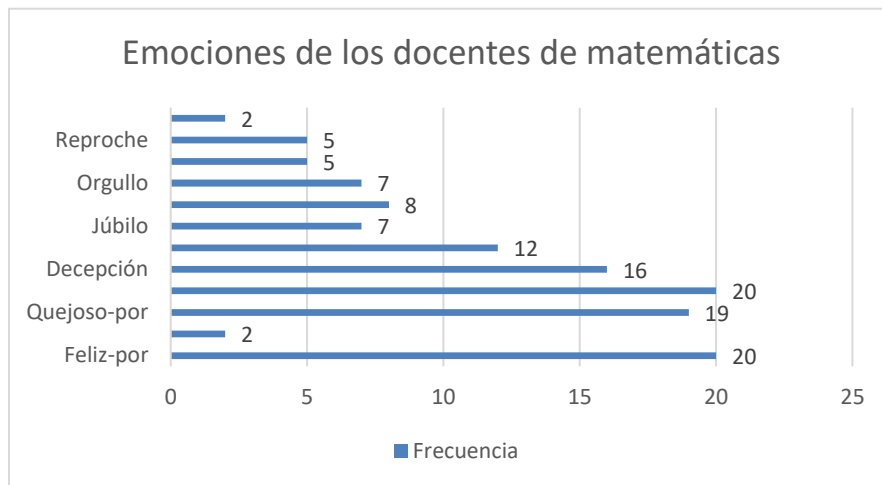


Figura 12 Emociones de los docentes.

A manera de ejemplo se presentan los dibujos de algunos docentes de las categorías de emociones más frecuentes. Para identificar al docente usamos los siguientes términos, D, que indica que es docente, un número progresivo, seguido de H o M, dependiendo del sexo. La interpretación de los dibujos se hace desde la tipología OCC, y no con base en las palabras emocionales que expresan los docentes.

La emoción del tipo feliz-por se define como contento por un acontecimiento deseable para alguna otra persona, de ahí el énfasis en el sufijo “por” (Ortony, et. al, 1996). Con base en esta definición, las emociones del tipo feliz-por son experimentadas por los docentes cuando la situación desencadenante es un acontecimiento deseable para sus estudiantes. En la evidencia de P1-H el acontecimiento deseable es que los alumnos aprendan, y la palabra emocional que usa para expresar el contento es “entusiasmo” (ver Figura 13).



Figura 13 D1-H: Experimento entusiasmo cuando los alumnos aprenden.

La definición de la satisfacción es “contento por la confirmación de la previsión de un acontecimiento deseable”. Por esta razón se agrupan dentro del tipo satisfacción, todas aquellas producciones en donde se expresa una palabra emocional positiva relacionada con un acontecimiento, que interpretamos, deseable para los docentes, en el caso del docente D2-H el acontecimiento deseable es que los alumnos pongan atención (ver Figura 14).

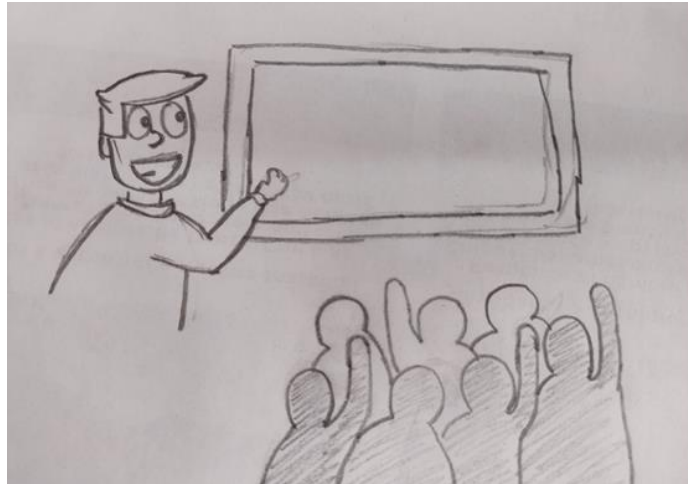


Figura 14 D2-H: Experimento alegría en clases presenciales cuando los alumnos me ponen atención

La emoción de decepción se define como “descontento por la refutación de la previsión de un acontecimiento deseable”. Este es un tipo de emoción basado en previsiones, que cuando no son cumplidas generan el descontento, que se traduce en decepción. En la evidencia de D3-H se hace evidente su descontento ante la falta de atención de los estudiantes en clases virtuales (ver Figura 15).



Figura 15 D3-H: Siento aburrimiento y estrés, por la modalidad virtual, ya que las distracciones reducen la atención del estudiante.

La emoción quejoso-por pertenece al grupo de *vicisitudes de los otros* lo que significa que la emoción experimentada está en función de lo que le suceda a otra persona, en el caso de los docentes, esta emoción se relaciona directamente con los logros de los estudiantes. La emoción del tipo quejoso-por se define desde la teoría OCC, como “descontento por un acontecimiento indeseable para alguna otra persona”. Identificamos en el caso de D6-M su descontento ante la indiferencia de los alumnos por la comprensión de conceptos.

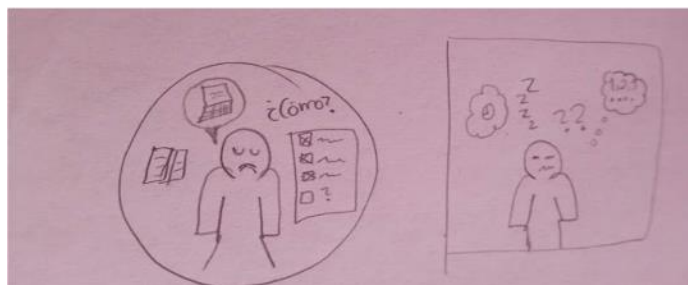


Figura 16 D6-M: Me desánimo cuando el alumno sólo quería obtener el resultado, y yo quería que reconociera el concepto desde su construcción.

4. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA Y PRINCIPALES RESULTADOS

La valoración de los talleres señala que la mayoría de los docentes no se conoce emocionalmente. A pesar de reconocer que experimentan emociones al enseñar matemáticas no siempre son capaces de otorgar una palabra emocional a lo que sienten, o de reconocer la situación específica que desencadena su emoción.

Por medio del taller se proporcionan a los docentes algunas herramientas que les pueden ayudar a poder identificar la palabra emocional que mejor representa la emoción que experimenta, así como a poder identificar aquello que desencadena la emoción. La estrategia que es más reveladora y mejor valorada por los docentes es el dibujo, ya que les toma menos tiempo de realizar, a diferencia de la narrativa, en dónde requieren un mayor tiempo, por esta razón, para aplicarla se les deja como tarea de la sesión 2, y se retoma en la sesión 3. Respecto al perfil emocional, su construcción requiere de un mayor tiempo de reflexión por parte de los docentes, debido a que no les es fácil interpretar las emociones desde la tipología OCC, por ello en ninguno de los talleres fue implementado, solo se mostró el caso de Norma.

La principal contribución del taller es que se vuelve un espacio propicio para que el docente hable de sus emociones. Durante la implementación se apreció que la mayoría de los docentes, a pesar de reconocer que las emociones influyen su enseñanza no cuentan con un espacio para reflexionar ni de forma individual, ni con colegas, sobre sus emociones. Al hacerlo en las sesiones del taller, pudieron sensibilizarse, y reconocer, que ellos, al igual que sus colegas, experimentan tanto emociones positivas como negativas. Por ello es necesario el desarrollo de espacios en dónde los docentes puedan hablar con pares de cuestiones emocionales, y esta misma estrategia de hablar en grupo sobre las emociones puede ser empleada con los estudiantes. Si bien el énfasis del taller es el docente de matemáticas, puede ser adaptado para docentes de otras disciplinas.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Nadie mejor que nosotros conoce las situaciones que nos desagradan y aquellas que disfrutamos, sin embargo, no siempre somos capaces de darle la palabra adecuada a ese disfrute o desagrado, es decir, no somos capaces de expresar la palabra emocional que mejor describe lo que sentimos, a pesar de que experimentamos esa emoción. De ahí que se vuelve importante la adquisición de conocimiento emocional, por medio de las habilidades que se mencionan en este escrito. A manera de ejemplo señalamos el caso de D6-M que experimenta la emoción quejoso-por, de acuerdo a su comentario, esta emoción puede llevarla a desmotivarse por enseñar, ya que la acción del estudiante, obstaculiza su meta de que se comprendan los conceptos, en lugar de solo aprender algoritmos.

Respecto a las situaciones desencadenantes de las emociones de los docentes, éstas giran en torno a actividades que se realizan en la enseñanza, como la resolución de problemas, el aprendizaje o el examen, pero ciertas situaciones desencadenantes son exclusivas de la enseñanza virtual, por ejemplo la falta de atención de los estudiantes en las clases frente a la computadora. Además se notó una diferencia marcada entre docentes de niveles básico y bachillerato debido a su formación, para los primeros algunas de sus emociones negativas se desencadenan por el escaso conocimiento matemático, y para los segundos por la falta de estrategias didácticas.

Un docente con conocimiento especializado para enseñar matemáticas y conocimiento emocional disfruta su práctica docente, regula sus emociones en el salón de clases, genera un ambiente propicio para el aprendizaje de las matemáticas, mantiene una buena relación con sus estudiantes, logra una mejor gestión del aula y logra fácilmente las metas académicas que se plantea en la enseñanza. Ahora bien, podemos usar las emociones para facilitar el aprendizaje matemático potenciando en el aula emociones que propician la atención como la confianza de los estudiantes en ellos mismos y en los demás, el entusiasmo, el asombro, la curiosidad y el interés, y tratando de aminorar aquellas que desvían la atención, como el miedo, la ansiedad, la ira, el enojo, la culpabilidad, los celos y el aburrimiento. En nuestra labor está la clave del bienestar emocional.

REFERENCIAS

- Coppola, C., Martino, P. Di, Pacelli, T., y Sabena, C. (2012). Primary teachers' affect: a crucial variable in the teaching of mathematics. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 17(3-4), 107-123.
- Di Martino, P. y Sabena, C. (2011). Elementary pre-service teachers' emotions: shadows from the past to the future. In K. Kislenko (Ed.), *Current state of research on mathematical beliefs XVI* (pp.89-105). Estonia: Tallinn University.
- García-González, M. S. (2020). Desarrollo del conocimiento emocional en matemáticas. *Uno. Revista de didáctica de las matemáticas* 88(1), 17-23.
- García-González, M. S. y Ramos, J. (2020). Perfil emocional de docentes de matemáticas. *Uniciencia*, 34(2), 137-152. <https://doi.org/10.15359/ru.34-2.8>
- García-González, M. y Martínez-Sierra, G. (2016). "Emociones en profesores de matemáticas: un estudio exploratorio". En J.A Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F.J Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 247-252). España: SEIEM.
- García-González, M., Ortega, J., y Rodríguez, F. (2020). "Aprender matemáticas es resolver problemas": creencias de estudiantes de bachillerato acerca de las matemáticas. *IE Revista de Investigación Educativa de la Rediech*, 11(2020), e726.
- García-González, M.S. Y Martínez-Padrón, O. J. (2020) Conocimiento emocional de profesores de matemáticas, *Educación Matemática*, 32, 1, 153-173. <https://doi.org/10.24844/EM3201.07>
- Leibovich, N. y Schufer, M. (2002). *El "malestar" y su evaluación en diversos contextos*. Buenos Aires: Eudeba
- Ortony, A., Clore, G. L., y Collins, A. (1996). *The cognitive structure of emotions*. (J. Martínez y R. Mayoral, traductores). España: Siglo XXI. (Trabajo original publicado en 1988).
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In F. Lester (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257-315). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Ramírez, B., Cano, Y. y García, M. (2022). ¿Qué se siente enseñar matemáticas?, 5(20), 37-45. <https://federacionglobal.com/FEGLININ/No20/mar2022.html>
- Ramírez, T., D' Aubeterre, M. y Álvarez, J. (2008). Un estudio sobre el estrés laboral en una muestra de maestros de educación básica del área metropolitana de Caracas. *Revista Extramuros*, 29 (2009), 66-99.
- Rodríguez, J., Guevara, A. y Viramontes, A. (2017). Síndrome de burnout en docentes. *IE Revista de Investigación Educativa de la Rediech*, 7(14), 45-67.
- Secretaría de Educación Pública, SEP. (2017). Modelo Educativo para la Educación Obligatoria, México, SEP.
- Secretaría de Educación Pública, SEP. (2022). Marco curricular y Plan de estudios 2022 de la Educación Básica Mexicana. Dirección General de Desarrollo Curricular, México, SEP.

EDUCACIÓN PARA LA CIUDADANIA EN EL EJE DE GEOMETRÍA: EL DERECHO A LA VIVIENDA DIGNA EN LA PRÁCTICA DOCENTE

EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA NO EIXO DA GEOMETRIA: O DIREITO A UMA HABITAÇÃO CONDIGNA NA PRÁTICA DOCENTE

EDUCATION FOR CITIZENSHIP IN THE AXIS OF GEOMETRY: THE RIGHT TO A DECENT HOUSING IN TEACHING PRACTICE

Sergio Toro Ramírez¹, Noemí Pizarro Contreras¹ & Rocío Guede-Cid²

¹Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile

²Universidad Rey Juan Carlos, España
rocio.guede@urjc.es

RESUMEN | En Chile, la Ley 20.911 establece que los establecimientos educacionales reconocidos por el Estado deben propender la formación de ciudadanos que fomenten el desarrollo de un país democrático y con justicia social. Por ello, este documento muestra una acción, en la práctica docente de matemática, que busca contextualizar el cálculo de áreas de rectángulos con el derecho a la vivienda digna. Estudiantes de 13 años analizan, usando ladrillos de construcción LEGO®, el tamaño promedio de las viviendas en las distintas y diversas comunas de Santiago de Chile buscando, desde sus miradas adolescentes, preguntas y respuestas sobre justicia social respecto a la vivienda. Observaron que los metros cuadrados de una vivienda social estaban por debajo de sus estándares de confortabilidad y consideraron que era necesario aumentar los metros cuadrados de este tipo de viviendas.

PALABRAS CLAVE: Geometría, Ciudadanía, Área de Superficie, Práctica docente.

RESUMO | No Chile, a Lei 20.911 estabelece que os estabelecimentos de ensino reconhecidos pelo Estado devem promover a formação de cidadãos que promovam o desenvolvimento de um país democrático com justiça social. Por isso, este documento mostra uma ação, na prática docente da matemática, que busca contextualizar o cálculo de áreas de retângulos com direito à moradia digna. Usando tijolos de construção LEGO®, alunos de 13 anos analisam o tamanho médio das casas nas diferentes e diversas comunas de Santiago do Chile, buscando, a partir de seus olhos adolescentes, perguntas e respostas sobre justiça social em relação à moradia. Observaram que os metros quadrados de habitação social estavam abaixo do seu padrão de conforto e consideraram que era necessário aumentar os metros quadrados deste tipo de habitação.

PALAVRAS-CHAVE: Geometria, Cidadania, Superfície, Prática docente.

ABSTRACT | In Chile, Law 20.911 establishes that educational establishments recognized by the State must promote the formation of citizens who promote the development of a democratic country with social justice. For this reason, this document shows an action, in the teaching practice of mathematics, that seeks to contextualize the calculation of areas of rectangles with the right to decent housing. Using LEGO® building bricks, 13-year-old students analyze the average size of houses in the different and diverse communes of Santiago de Chile. The students seek, from their adolescent eyes, questions, and answers about social justice regarding housing. They observed that the square meters of social housing were below their comfort standards and they considered that it was necessary to increase the square meters of this kind of housing.

KEYWORDS: Geometry, Citizenship, Surface Area, Teaching practice.

1. INTRODUCCIÓN

Diversos autores se refieren a que la enseñanza del área de la superficie es tratada de manera superficial en las aulas, reduciéndola solo a la multiplicación de la base por la altura. Por otro lado, durante los dos años de pandemia mundial, el Ministerio de Educación Chileno (de aquí en adelante MINEDUC), priorizó ciertos objetivos de enseñanza porque era imposible realizar la cobertura completa del currículo vigente con las nuevas e irregulares metodologías que la pandemia forzaba a utilizar.

Es en este contexto donde se le solicita a un futuro profesor, que, en su práctica final, realizada en un colegio público de Santiago de Chile, realice talleres para nivelar a estudiantes de Octavo año (13 años) en algunos temas que, de acuerdo con evaluaciones estandarizadas, estaban débiles. Uno de los temas era el cálculo de área de paralelogramos, que responde a un objetivo del curso anterior.

Considerando una mirada social de la enseñanza de la matemática y dando relevancia al contexto político-social que Chile está viviendo, el futuro docente decide realizar dos talleres que involucren la enseñanza del área de superficie de rectángulos desde el contexto de la vivienda digna. Sus objetivos consideran que los estudiantes calculen y comparen áreas de superficies para reflexionar sobre el tamaño y la distribución de las viviendas sociales del país. Para ello, deberán recrear las áreas promedio de las distintas comunas de Santiago de Chile utilizando ladrillos LEGO[®].

Los estudiantes participan activamente en las actividades presentadas, que no sólo involucran contextos matemáticos sino conceptos como, por ejemplo, vivienda digna. Se logra referenciar a escala 1:1 una vivienda social y los estudiantes se refieren a cómo podría ser vivir allí. Logran de esta forma dimensionar sus propios privilegios y empatizar con conciudadanos que, antes de clase, eran invisibilizados.

2. FUNDAMENTO Y CONTEXTO

2.1 Contexto socio-político

En 2019 Chile vivió una crisis política-social. Los ciudadanos mostraron el descontento con el orden social imperante, esto tuvo diversas consecuencias, como por ejemplo, terminar con una constitución impuesta en dictadura. Por ello, en este contexto, la educación para la ciudadanía toma un rol protagonista, con la directriz de formar ciudadanos responsables, críticos y comprometidos con las necesidades de la sociedad. Además, en el año 2016, se promulga la Ley 20.911 que establece la creación de un Plan de Formación Ciudadana a los establecimientos educacionales reconocidos por el Estado, que alberga y complementa las definiciones curriculares nacionales, otorgando a los estudiantes las herramientas necesarias para prepararse en este ámbito, porque:

Busca promover en distintos espacios, entre ellos las comunidades educativas, oportunidades de aprendizaje que permitan que niños, niñas, jóvenes y adultos se formen como personas integrales, con autonomía y pensamiento crítico, principios éticos, interesadas en lo público, capaces de construir una sociedad basada en el respeto, la transparencia, la cooperación y la libertad. Asimismo, que tomen decisiones en conciencia respecto de sus derechos y de sus responsabilidades en tanto ciudadanos y ciudadanas. (MINEDUC, 2016, p.11)

A través de esta ley, el MINEDUC dispone que las comunidades educativas deben fomentar en sus jóvenes los nuevos marcos de formación, desde una mirada de diálogo y de comunicación permanente. De igual modo, el sistema educativo debe ser capaz de entregar a los niños, jóvenes y adolescentes las herramientas idóneas para que sean capaces de contribuir como ciudadanos íntegros desde una posición de respeto, cooperación y tolerancia.

Los enfoques de la formación ciudadana deben estar dirigidos a formar habitantes críticos, donde la búsqueda de justicia social debe imperar, puesto que “una de las tareas más importantes para los educadores comprometidos con la pedagogía crítica consiste en enseñar a los estudiantes de qué modo traducir cuestiones privadas en consideraciones públicas” (Giroux, 2013, p. 17). Por ello son los jóvenes quienes, de manera colectiva y social, deben tomar iniciativas para el cambio. Esto viene de la mano con la idea de que todo implica un riesgo necesario que habrá que asumir. Esto se ve reflejado, por ejemplo, en actos políticos como búsquedas de votos para alguna elección o apoyo a un candidato, en alguna recolección de firmas, entre otras. Cualquier acción de praxis orientada al cambio puede ser considerada un peligro para los estándares establecidos, como el machismo o la lucha de clases, pudiendo no ser llevada de buena manera a un descontrol o descontento a nivel personal como social.

Considerando lo anterior, se busca alfabetizar a los estudiantes en el área matemática. En la Tabla 1 se exponen las ideas de alfabetización que se entienden en este documento.

Tabla 1 - Alfabetización bajo la perspectiva de distintos autores.

Autor	Ideas de Alfabetización
Morales (2014)	La pedagogía es un proceso educativo basado en el diálogo, que les permite a los individuos tomar conciencia de las condiciones de opresión que pueden existir, con el fin de que puedan iniciar la construcción de una nueva realidad, donde no existía la dominación ni la desigualdad.
Guerrero (2008)	El diálogo es un elemento fundamental, es en este proceso donde tanto el educador como el educando se apropian del mundo, de la realidad en la cual viven, para actuar sobre ella con la intención de transformar y humanizar.
Giroux (1999)	Las escuelas públicas deberían ofrecer oportunidades para que los estudiantes compartan sus experiencias, trabajen en un ambiente de relaciones sociales, y se familiaricen con las formas de conocimiento que les den la oportunidad para luchar por una mejor calidad de vida.

Nota. Elaboración propia.

A partir de la Tabla 1, consideramos que la escuela será uno de los principales actores y medios para el proceso dialéctico entre la sociedad y la educación, con el fin de garantizar a sus estudiantes oportunidades para lograr una alfabetización que les permita mejorar la calidad de vida.

Para Skovsmose y Valero (2012) son los docentes quienes pueden potenciar sus propias prácticas al servicio de la democracia, transparentando su intencionalidad política. Por ello, se prepararán dos clases vinculadas al cálculo de áreas de figuras planas que fomenten el diálogo político a partir del área de figuras planas y proporcionalidad.

2.2 Enseñanza de la superficie

En la experiencia docente se ha identificado que los estudiantes desde temprana edad memorizan un cálculo, o confunden entre perímetro y área, no siendo significativo el aprendizaje (Barrera, 2018), o que relacionen el área de la superficie sólo como un número que emerge de la multiplicación de la base por la altura. Barret, Clements y Miller (2011) consideran que comprender las unidades de medida es óptimo para promover un desarrollo del sentido del área de superficie.

A partir de estos autores, se decide trabajar con áreas de superficies de viviendas del Gran Santiago, ciudad en la que habitan los estudiantes participantes de la práctica docente, dado que la contextualización es una precondition fundamental para establecer ciudadanía crítica y, tal como lo señalan Skovsmose y Valero (2012), no solo como un recurso motivador, sino como un medio para discutir, en este caso específico, desde lo matemático a lo social.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA Y SU IMPLEMENTACIÓN

Durante la pandemia sanitaria que vivió el planeta, el currículo chileno y las prácticas docentes se vieron afectadas por la falta de socialización y de material didáctico. Hubo objetivos curriculares que no se trataron y, en algunos casos, debieron recuperarse. Por ello, 20 estudiantes de Octavo grado (13 años) deberán participar en un taller, que consta de dos clases de cálculo de áreas de superficies a cargo de un estudiante en práctica, el autor principal de esta publicación. Ambas clases duran 90 minutos y se dictan en un colegio público de una comuna de ingresos económicos medios-altos de Santiago de Chile. De esta forma, el grupo trabajará un Objetivo de Séptimo grado “Desarrollar y aplicar la fórmula del área de triángulos, paralelogramos y trapecios” propuesto por el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2016, p, 52).

3.1 Primera clase:

Tiene como objetivo elaborar representaciones de áreas de superficie promedio de las viviendas de las comunas de Santiago de Chile para reflexionar sobre sus tamaños. Como actividad de inicio, se les indica a los estudiantes que en Chile existe en la actualidad una crisis habitacional y que la dificultad para acceder a la vivienda es uno de los problemas sociales que muchos gobiernos han intentado solucionar, sin éxito hasta el día de hoy. Primero se trabajará con la vivienda como propiedad, donde se les muestra una noticia publicada por el diario La Tercera (Figura 1), haciendo mención a que el 56% de las viviendas de Santiago tienen una superficie menor a 70 m² y se les pide reflexionar sobre ese titular.



Figura 1 Vivir en menos de 70 m² (Diario La Tercera)

Posteriormente, se presentan datos de áreas de superficie de las viviendas por comuna donde se evidencia la desigualdad del tamaño.

Comuna	Superficie en m ²	Comuna	Superficie en m ²
La Pintana	48,48	Macul	70,87
Pudahuel	56,34	Peñalolén	74,37
Puente Alto	58,88	Quinta Normal	78,41
Melipilla	59,79	San Joaquín	79,61
Maipú	60,77	Recoleta	81,36
El Bosque	60,84	Ñuñoa	83,73
Cerrillos	64,66	Providencia	92,68
Santiago	65,61	La Reina	116,60
Estación Central	68,09	Las Condes	116,69
La Florida	69,66	Vitacura	154,57

Figura 2 Ejemplos de áreas de superficie de comunas de Santiago de Chile (Diario La Tercera)

Se les indica a los estudiantes que, si bien los sectores con viviendas de mayor área de superficie corresponden a familias más adineradas, también existe como problema lo permisivos que son algunos planes reguladores comunales, que facilitan la construcción de mayor cantidad de viviendas en una menor área comunal.

Como actividad central, los estudiantes realizan una comparación entre las áreas de superficie promedio de las viviendas de las comunas de Santiago de Chile. Como trabajo práctico, construyen representaciones proporcionales de cada área de superficie promedio utilizando ladrillos LEGO®, lo que llamó fuertemente su atención para trabajar.

Los estudiantes construyeron rectángulos donde cada uno decidió las medidas tanto del largo como del ancho para obtener una aproximación del área esperada, tomando como referencia que el largo de cada ladrillo corresponde a un metro del largo real. Los estudiantes utilizaron sus conocimientos previos relacionados al cálculo de la superficie en paralelogramos para definir la cantidad de piezas a utilizar. Por ejemplo, si el área esperada era de 48 m², podían definir sus dimensiones de largo en 6 m, es decir, 6 ladrillos, o del ancho en 8 m, es decir, 8 ladrillos, como en la figura 3.



Figura 3 Representación proporcional a un área de superficie de 48 m² (Elaboración propia)

Para tener una mayor estabilidad al transportar cada rectángulo desde sus mesas hasta el área donde se construirá la representación final, se dispuso que cada construcción tendría tres ladrillos de alto y que la disposición de estos sería en soga o escalonado para una mayor sujeción de las piezas, como se puede observar en la figura 4.



Figura 4 Representación comuna de La Cisterna (Elaboración propia)

Una vez contruidos, se iban apilando en un sector destinado a la revisión de las dimensiones, para así comprobar que efectivamente se cumplía con el trabajo esperado (Figura 5). La idea es que cada representación sea fiel a la realidad y que se logre apreciar de forma correcta la composición final.



Figura 5 Centro de acopio de las representaciones (Elaboración propia)

Utilizando un mapa de Santiago, se va montando uno a uno cada rectángulo y se cuida que los límites comunales sean respetados para tener una representación fiel a lo buscado, como se observa en la figura 6.



Figura 6 Representación de mapa de Santiago (Elaboración propia)

3.2 Segunda clase:

Al comenzar se revisa el trabajo realizado en la primera sesión, con el objetivo de generar reflexiones por parte de los estudiantes, con respecto a las áreas de superficie promedio de las comunas del Gran Santiago. Se les pregunta si han escuchado la frase “hasta que la dignidad se haga costumbre” donde se espera que responda “sí”. Desconocen el significado de dignidad y la implicación de este significado como el derecho de cada ser humano a ser respetado y valorado como ser individual. Del mismo modo, desconocen la frase “hasta que la dignidad se haga costumbre”, que se ha vuelto muy famosa desde la revuelta popular de 2019, a la que se ha hecho referencia al inicio de este trabajo. Es posible que sea debido a que para el año 2019, sus edades bordeaban la primera década de vida y su entendimiento de lo que pasaba alrededor de ellos era limitado.

Se les indica que esta es una frase que se ha escuchado durante los últimos años en Chile y que su origen radica en México. Se les comenta la historia de dicha frase y lo importante que es dentro del contexto sociopolítico que atraviesa el país. Los estudiantes construyen una idea del concepto de “vivienda digna” como el inmueble que nos hace sentir dignidad, es decir, que nos hace sentir respetados y valorados. Se les presenta que la vivienda aparece como derecho fundamental en la Declaración de Derechos Humanos y que la ONU posee sus propias condiciones para definir una vivienda digna, tales como la habitabilidad, la accesibilidad, la adecuación cultural, entre otras. Estos parámetros serán utilizados para construir nuestra vivienda social digna. De forma grupal, se busca en internet un posible plano de una vivienda social. Encuentran una de 42 m² y la adaptan, en forma estimativa, a 48m², que coincidentemente, es el tamaño del aula de clase.

Concluyen que la vivienda como propiedad es digna debido a que logra satisfacer todas las necesidades del individuo que la está comprando, mientras que la vivienda como alquiler tiende a tener una dicotomía, debido a que existirían casos de personas que pueden alquilar inmuebles que cumplirían con sus requerimientos básicos, mientras que otros pagan lo que pueden con tal de tener un techo. Los estudiantes concluyen que la vivienda social analizada en este trabajo no cumpliría con los parámetros de dignidad, ya sea desde el punto de vista de la habitabilidad, como del de la accesibilidad o de la ubicación, entre otros.

Se pide a los estudiantes que utilizando los ladrillos LEGO®, construyan rectángulos que contemplen el área de superficie de cada una de las habitaciones que componen la vivienda social, como se observa en la figura 7.



Figura 7 Construyendo la vivienda social en el aula de clases (Elaboración propia)

Una vez montados todos los rectángulos, los estudiantes pueden apreciar la división de espacios que se ha generado. Se comprueba que las dimensiones sean las correctas y se comienzan a hacer los análisis correspondientes, como se observa en la figura 8.



Figura 8 Proyección final de la vivienda (Elaboración propia)

Gracias a la construcción, los estudiantes visualizan de forma más concreta los espacios habitacionales que componen la vivienda social, obteniendo una perspectiva totalmente diferente a lo que se les había expuesto de forma teórica. Los estudiantes pasaron por los “espacios”, se imaginaron camas, la distribución del baño y la cocina. De esta forma, observar un espacio cercano al real, les permitió conocer una realidad que es ajena a ellos.

Posteriormente, al finalizar la clase, por medio de una encuesta, indicaron que prácticamente se sentían incómodos con las dimensiones de la vivienda social. Los espacios les parecían muy pequeños en comparación con los espacios a los que estaban acostumbrados y que formaban parte de su realidad. Sin embargo, en el momento de considerar áreas de superficies óptimas, los estudiantes sobrestimaron en exceso las dimensiones, considerando que una vivienda adecuada debería tener alrededor de 162 m².

4. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA Y PRINCIPALES RESULTADOS

Con la primera clase se logró que los estudiantes construyeran representaciones de áreas de superficie promedio de las viviendas de las comunas de Santiago de Chile y que reflexionaran sobre sus tamaños. Pudieron observar como en el sector más acomodado de Santiago las casas tienen mayor área de superficie. Pudieron reconstruir el mapa de la ciudad con LEGO® y relacionarlo con conceptos que no consideraban, como, por ejemplo, la idea de vivienda digna. Los estudiantes tuvieron que trabajar en grupo, dado que la dificultad y el material los obligaba a formar equipos y ser actores activos dentro del mismo.

Durante la segunda clase, los estudiantes diseñaron una posible vivienda social en su aula, a partir de búsqueda de información en Internet. De esta forma pudieron referenciar en escala 1:1 la distribución de las distintas habitaciones de una vivienda social y pudieron darse cuenta de que el espacio era muy pequeño para que una familia pudiese vivir allí de acuerdo con lo que en la clase anterior consideraron como “digno”.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Como se ha mencionado en el fundamento de este documento, es común observar prácticas sobre la enseñanza del área de rectángulos que se limiten a calcular la base por la altura. Sin embargo, si observamos el rol de la escuela más allá de disciplina matemática, podemos afirmar que “El propósito fundamental de la escuela obligatoria, y, en consecuencia, de las enseñanzas y los aprendizajes que en ellas se generan, o se deberían generar, es formar a la ciudadanía para su presente y su futuro” (Pagès, 2019, p. 6). Por ello, es relevante que las prácticas docentes miren más allá de la matemática por la matemática, esas matemáticas neutras, apolíticas y sin contexto.

Observamos que en la propuesta que realizamos, pudimos realizar un trabajo que involucró un contexto político que el estudiante, en su futuro, sí va a vivenciar directamente: los metros cuadrados de una vivienda propia, o la necesidad de esta. En su presente, la actividad pudo involucrarlos con contextos lejanos, con el fin de que sientan empatía por demandas sociales que están a la orden del día en el país en el que viven. Pudieron observar, de forma concreta, que una vivienda social no puede brindar las comodidades que para ellos están normalizadas, dado que probablemente, sean de grupos económicamente privilegiados. De alguna u otra forma, las dos clases pudieron generar comprensión o empatía por conciudadanos, donde el contexto fue el protagonista y la disciplina matemática, la herramienta para comprenderlo.

Por otro lado, trabajaron con material concreto que además de considerarlo un juguete y aumentar su motivación por la actividad propuesta, les permitió referenciar las medidas de áreas de superficies que libros de texto u otros recursos, lamentablemente limitan.

Por otra parte, si nos limitamos sólo a la disciplina matemática, podemos observar lo complejo que puede ser la referencia. Los estudiantes sobreestimaron las medidas de una vivienda social. En Chile no es usual que una vivienda tenga 160 m², ello indica que los estudiantes deben seguir trabajando con las referencias de las unidades de medida, preferiblemente en diversos contextos.

Al finalizar la investigación presentada, el autor principal de este documento reflexionó sobre el concepto de promedio. Es usual que en la enseñanza se pida calcular e interpretar el resultado de un promedio, pero ¿cómo se entiende el promedio de los metros cuadrados de las viviendas de cierta comuna? Debido a esta reflexión, se espera repetir esta actividad relacionándola directamente con la idea de promedio. Asimismo, se considera ampliar el concepto de vivienda digna a más factores, no sólo al área de superficie, de forma que se puedan implicar contenidos de otras asignaturas, fomentando así la interdisciplinariedad.

REFERENCIAS

- Barrera, C. (2018). *La conceptualización del área: una propuesta de innovación, en el contexto de un Estudio de Clases, para identificar los elementos del campo conceptual empleado en los estudiantes de quinto básico*. [Trabajo final para optar al grado de magíster en didáctica de la matemática]. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Barret, J. E., Clements, D. H., y Miller, A. L. (2011). Children's unit concepts in measurement: a teaching experiment spanning grades 2 through 5. *ZDM. Mathematics Educations*, 43, 637-650. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0368-8>
- Giroux, H. (2013). *La Pedagogía crítica en tiempos oscuros*. Praxis Educativa. 17.
- Ministerio de Educación. (2016). *Programa de Estudio Séptimo básico*. Unidad de Currículum y Evaluación. 52.
- Ministerio de Educación. (2016). *Orientaciones para la elaboración del Plan de Formación Ciudadana*. División de Educación General. 11.
- Pagès, J. (2019). Ciudadanía global y enseñanza de las Ciencias Sociales: retos y posibilidades para el futuro. *REIDICS*, (5), 5-22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7129073>
- Skovsmose, O., & Valero, P. (2012). Educación Matemática Crítica: Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Uniandes.

**EL USO DE REPRESENTACIONES Y DE PROBLEMAS PARA LA ADQUISICIÓN DEL
CONOCIMIENTO DIDÁCTICO MATEMÁTICO DE FRACCIONES EN LA FORMACIÓN DE
MAESTROS**

**A UTILIZAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES E PROBLEMAS PARA A AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTOS
MATEMÁTICOS DIDÁTICOS SOBRE FRAÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

**THE USE OF REPRESENTATIONS AND PROBLEMS FOR THE ACQUISITION OF MATHEMATICAL
DIDACTIC KNOWLEDGE ON FRACTIONS IN TEACHER EDUCATION**

Eric Flores-Medrano, Dinazar Isabel Escudero-Ávila & Miriam Méndez Coca

Universidad Complutense de Madrid, España

mimend01@um.es

RESUMEN | Las fracciones es un contenido necesario para el aprendizaje matemático de los alumnos en la etapa escolar, en el cual experimentan diversas dificultades; por ello es importante cuidar la formación de los maestros para que puedan ofrecer una enseñanza apropiada de estas. Este artículo muestra una tarea de evaluación y formación del conocimiento didáctico matemático de las operaciones con fracciones: suma, resta, multiplicación y división. La tarea consiste en que los estudiantes propongan problemas de operaciones aritméticas con fracciones y los resuelvan utilizando un material manipulativo de barras o sectores realizado previamente. Los resultados obtenidos muestran que tienen más dificultad para proponer problemas de división de fracciones que de otras operaciones; que mantienen el concepto de las operaciones aritméticas y que el conocimiento algorítmico numérico de las operaciones con fracciones adquirido previamente puede afectar a la conversión a otro tipo de resolución utilizando otro tipo de representación.

PALABRAS CLAVE: Formación de profesores, MTSK, Matemáticas, Resolución de problemas, Representaciones.

RESUMO | As frações são um conteúdo necessário para a aprendizagem matemática dos alunos na fase escolar, na qual estes experimentam várias dificuldades; por conseguinte, é importante cuidar da formação dos professores para que possam oferecer um ensino adequado dos mesmos. Este artigo mostra uma tarefa de avaliação e formação do conhecimento didático matemático sobre as operações de frações: adição, subtração, multiplicação e divisão. A tarefa consiste em estudantes proporem problemas de operações aritméticas de frações e resolvê-los utilizando um material manipulador de barras ou sectores previamente feitos. Os resultados obtidos mostram que têm mais dificuldade em propor problemas de divisão de frações do que outras operações; que mantêm o conceito de operações aritméticas e que o conhecimento numérico previamente adquirido de operações de frações pode afetar a conversão para outro tipo de resolução utilizando outro tipo de representação.

PALAVRAS-CHAVE: Formação de professores, MTSK, Matemática, Resolução de problemas, Representações.

ABSTRACT | Fractions is a necessary content for the mathematical learning of students in the school stage, in which they experience various difficulties; therefore, it is important to take care of the training of teachers so that they can offer an appropriate teaching of these. This article shows a task of evaluation and formation of the mathematical didactic knowledge of the operations with fractions: addition, subtraction, multiplication, and division. The task consists of students proposing problems of arithmetic operations with fractions and solving them using a manipulative material of bars or sectors previously made. The results obtained show that they have more difficulty in proposing fraction division problems than other operations; that they maintain the concept of arithmetic operations and that previously acquired numerical algorithmic knowledge of operations with fractions can affect the conversion to another type of resolution using another type of representation.

KEYWORDS: Teacher education, MTSK, Mathematics, Problem-solving, Representations.

1. INTRODUCCIÓN

Entender y saber usar de forma adecuada las fracciones es clave para el buen rendimiento matemático escolar de los alumnos durante su etapa escolar y también para otros ámbitos de su vida (Bayley et al., 2012; Empson et al., 2011; Behr et al., 2007). Sin embargo, es un contenido que es experimentado como difícil de aprender por los estudiantes y como difícil de enseñar por los maestros (Lortie-Forgues et al., 2015; Gabriel et al., 2013; Both et al., 2012; Newton, 2008). La diversidad de usos que le podemos dar a las fracciones; las diferencias con el conjunto de los números naturales y la enseñanza focalizada en automatizar correctamente los algoritmos de las operaciones aritméticas con fracciones por encima de su comprensión conceptual son causa de estas dificultades (Braithwaite et al., 2017; Obersteiner et al., 2015; Gabriel, 2013; Prediger, 2008; Kerslake, 1986).

La investigación y la práctica han aportado sus experiencias, análisis, reflexiones y propuestas. Van de Walle et al. (2016) recomiendan dar a conocer a los alumnos todos los significados de las fracciones para alcanzar un adecuado conocimiento de ellas: como parte-todo, como medida, como número, como operador y como razón. Behr et al. (1983) sugieren una enseñanza centrada en desarrollar la comprensión conceptual utilizando diferentes modelos de fracciones, representaciones de ellos y realizando una reflexión sobre el efecto de estos en el aprendizaje de los alumnos. Así también podríamos citar experiencias y materiales ofrecidos por maestros para la enseñanza de las fracciones como los recogidos en el dossier de Canals (2009).

Las dificultades que encuentran los alumnos de Educación Primaria en el aprendizaje de estos contenidos matemáticos, las orientaciones didácticas que pueden favorecer su adquisición, ejemplos de recursos y actividades fundamentadas en la investigación y en la experiencia de práctica del aula, los estándares de aprendizaje del currículo, los conocimientos conceptuales matemáticos, procedimentales y de conexiones de los números racionales son contenidos de formación de los futuros maestros de primaria para que estos desarrollen propuestas adecuadas a su enseñanza y adaptadas a contextos que se puede encontrar. El conocimiento especializado del profesor de matemáticas es el que necesita este profesional para enfrentar esta tarea. El modelo analítico del conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK *Mathematics Teacher's Specialised Knowledge*) ayuda al diseño, implementación y evaluación de propuestas didácticas para la enseñanza de las matemáticas (Carrillo-Yañez et al., 2018). Este modelo parte de las reflexiones y categorizaciones de las investigaciones de Shulman (1986, 1987).

Este artículo describe el diseño, implementación y evaluación de una tarea formativa de fracciones en el Grado de Maestro en Educación Primaria de una universidad pública española que tiene como fin dotar, al futuro maestro, de la comprensión de las operaciones con fracciones a través del uso de representaciones y problemas; y evaluar su adquisición. Estos contenidos forman parte de la asignatura Matemáticas y su Didáctica II que es una de las tres asignaturas obligatorias a través de las cuales la Universidad Complutense de Madrid organiza la adquisición de las competencias disciplinares específicas del área de conocimiento de didáctica de las matemáticas.

2. FUNDAMENTO Y CONTEXTO

Shulman (1986) describió el conocimiento del contenido del profesor y la importancia de prestar atención a este “paradigma perdido” para así mejorar la formación de este. Además, aporta una primera categorización de este saber en: el *conocimiento del contenido* que el maestro imparte, que se refiere a la comprensión profunda de los temas a enseñar y de las representaciones que se pueden utilizar, las propiedades, los teoremas, las definiciones, las estructuras y los procedimientos; el *conocimiento pedagógico del contenido* que abarca las teorías de enseñanza y de aprendizaje del mismo, los recursos materiales y virtuales que se pueden utilizar, las dificultades que los alumnos encuentran en el aprendizaje, los ejemplos y la forma de hacer accesible, comprensible y útil el contenido; y un *conocimiento curricular* de la materia, que incluye los estándares de aprendizaje de la materia. Modelos e investigaciones posteriores tratan de describir con mayor precisión, fundamentar y proponer cuestiones no aclaradas en este modelo inicial (Berry et al., 2016). Otro de los temas que ha despertado el interés de la comunidad investigadora es el de la progresión de desarrollo de este conocimiento didáctico del contenido, describiendo su avance y el efecto que la práctica y la formación tiene en el mismo (Gallagher et al., 2020, Shulman, 2015; Abell, 2007).

2.1 Modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas (MTSK)

El marco analítico del conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK) aborda las cuestiones presentadas anteriormente. Distingue dos dominios: el *Conocimiento Matemático* (MK) y el *Conocimiento Didáctico del Contenido* (PCK). Dentro del *Conocimiento Matemático* (MK) se distinguen tres subdominios: el *Conocimiento de los Temas* (KoT), que abarca las definiciones, las representaciones, los procedimientos, las propiedades, la fenomenología, las aplicaciones y la fundamentación de los temas matemáticos a enseñar; el *Conocimiento de la Estructura de la Matemática* (KSM), que incluye las relaciones entre los diferentes temas matemáticos y también con otras áreas de conocimiento, las conexiones de simplificación y complejización; y el *Conocimiento de la Práctica Matemática* (KPM), es decir, de los procesos y las capacidades del trabajo matemático. En el *Conocimiento Didáctico del Contenido* (PCK) se diferencian tres subdominios: el *Conocimiento de la Enseñanza de las Matemáticas* (KMT), que incluye las teorías de enseñanza del contenido matemático, la potencialidad y la limitación de los recursos, las tareas, los ejemplos y los modelos que puede utilizar el profesor en la enseñanza del contenido matemático; el *Conocimiento de las Características del Aprendizaje de las Matemáticas* (KFLM), que envuelve las teorías de aprendizaje de los contenidos específicos matemáticos y de la matemática en general, las dificultades de aprendizaje y la motivación que pueden experimentar los aprendices; y el *Conocimiento de los Estándares de Aprendizaje de las Matemáticas* (KMLS) que engloba el conocimiento curricular de los contenidos, la progresión del conocimiento especificado así como los objetivos desarrollados por otras entidades externas como asociaciones de investigadores y profesores (Carrillo et al., 2013; Vasco-Mora et al., 2016; Muñoz-Catalán et al., 2019; Méndez et al., 2021). Además, en este modelo analítico también están representadas las creencias y las concepciones del profesor sobre las matemáticas, sobre su enseñanza y aprendizaje que influyen en este conocimiento y en la práctica. En la Figura 1 observamos la representación de este modelo del conocimiento especializado del profesor de matemáticas.

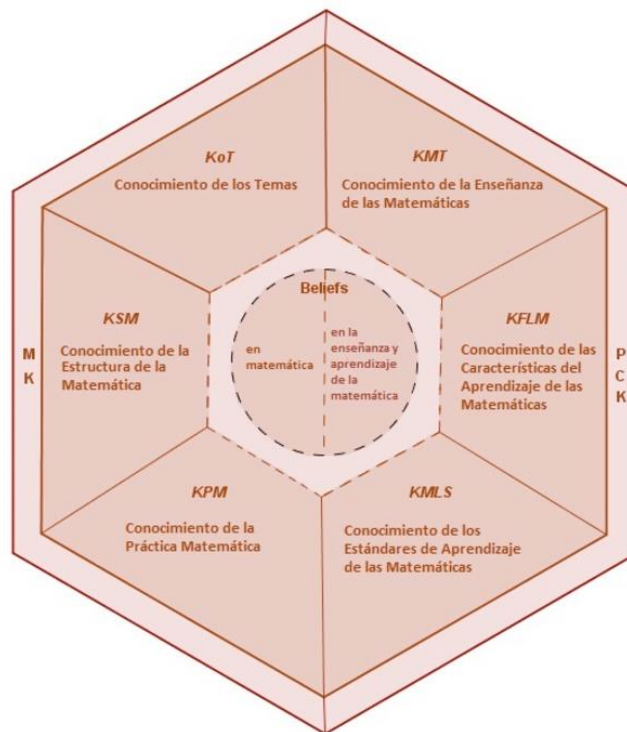


Figura 1 Modelo del conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK). Extraído Carrillo et al. (2018)

2.2 El aprendizaje y la enseñanza de las fracciones

Las recomendaciones de Petit y compañeros (2015; 2022) para la enseñanza y el aprendizaje de las operaciones aritméticas de la suma/resta, la multiplicación y la división con fracciones es alcanzar una fluidez procedimental al mismo tiempo que una comprensión conceptual de las misma. Para ello proponen utilizar representaciones visuales de los modelos de fracciones y asegurar la comprensión adecuada de los contenidos previos necesarios.

Bruce et al. (2013) proponen para la enseñanza de la suma/resta, desarrollar unas habilidades y conocimientos previos necesarios como: la fracción unitaria, la fracción equivalente, la fracción como parte-todo; y haber alcanzado fluidez en: la representación de fracciones, la comparación, el orden, la estimación de ellas y el uso de las propiedades de las operaciones. Para alcanzar una buena comprensión de la suma/resta de fracciones recomiendan utilizar representaciones visuales de fracciones como los modelos lineales y de área. Además, proponen cierta graduación de los contenidos, desde la suma/resta de fracciones con el mismo denominador, donde se suman/restan los numeradores; seguidamente de la adición/substracción de fracciones propias unitarias con diferente denominador pasando previamente a las fracciones equivalentes con igual denominador; y finalmente abordar la suma/resta de fracciones impropias (con el numerador mayor que el denominador) o números mixtos.

Los algoritmos de la multiplicación y la división de fracciones oscurecen el significado de estas operaciones. Las diferencias con la multiplicación y división de números naturales pueden suponer un obstáculo para la comprensión de las mismas. La investigación sugiere que los

alumnos interactúen con una variedad de situaciones que incluyan la división partitiva y cuotitiva de fracciones (Petit et al., 2015) y la comprensión de que la división es la operación inversa de la multiplicación (Flores, 2002). Varios autores insisten en la utilización de representaciones gráficas para mejorar la comprensión de estos algoritmos (Klemer et al., 2019; Izsak, 2008). Además, utilizar diferentes procedimientos para resolver la división de fracciones: como pasar a fracciones equivalentes con igual denominador como paso previo a realizar la división de fracciones, teniendo que realizar solo la división de los numeradores; o multiplicar por el inverso de la fracción divisor.

Algunas de las dificultades que experimentan los alumnos en el aprendizaje de las fracciones son debidos a sus conocimientos previos sobre los números naturales, ya que las propiedades no se pueden extender a los números racionales (Braithwaite et al., 2017; Obersteiner et al., 2015; Siegler et al., 2011; Ni et al., 2005). Hay alumnos que hacen la suma/resta de fracciones como la suma/resta de numeradores y denominadores como si fueran números separados (Pitkethly et al., 1996) lo que denota que el concepto de fracción no se ha adquirido.

2.3 El papel de las representaciones en matemáticas

La capacidad de reconocer un concepto matemático en múltiples sistemas de representación es esencial en la adquisición del mismo (Goldin, 2003; Lesh et al., 1987). La literatura ha dado importancia al uso de una variedad de representaciones adecuadas en la construcción de la comprensión de fracciones (Lamon, 2001). La flexibilidad representacional implica: 1) la manipulación que hacemos de la representación considerando su significado matemático; 2) la conversión de un sistema de representación a otro manteniendo la asociación al objeto matemático representado; y 3) el reconocimiento del concepto matemático en un sistema de representación y la capacidad de representación de un contenido. La habilidad de pasar de un sistema de representación de un objeto matemático a otro e interactuar con la representación de forma procedimental y conceptualmente se considera un tipo de razonamiento matemático flexible (Thomas, 2008). Estos componentes de la flexibilidad matemática están conectados con la capacidad de resolución de problemas de fracciones (Deliyianni et al., 2016). Según las investigaciones de Deliyianni et al. (2016), la flexibilidad representacional y la habilidad de resolución de problemas son los mayores componentes que afectan al pensamiento representacional de los contenidos de suma y resta de fracciones.

Los modelos de fracciones propuestos por Behr et al. (1983) son: el modelo continuo lineal; el modelo continuo de área y el modelo discreto. Behr et al. (1992) explican que cuando los estudiantes establecen relaciones entre las representaciones visuales de los modelos y los algoritmos, pueden entender qué representa cada paso del algoritmo de las operaciones.

Aprender por medio de la resolución de problemas y de proponer problemas desarrolla la comprensión de las ideas matemáticas (Lambdin, 2003; Xie et al., 2017). La capacidad de resolver problemas implica conversiones flexibles con preservación del significado de un sistema de representación a otro (Hitt, 1998). Acevedo et al. (2009) sostienen que las estrategias de resolución de problemas están estrechamente relacionadas con las representaciones ya que ciertas representaciones hacen que se utilicen estrategias específicas de ellas.

La resolución de problemas y el diseño de problemas son dos capacidades que se benefician mutuamente (Xie et al., 2017). Proponer problemas ayuda a los alumnos a: mejorar la comprensión conceptual de los contenidos matemáticos, favorecer su motivación hacia las

matemáticas y desarrollar un pensamiento matemático más creativo (Singer et al. 2013; Leung et al., 1997; Silver, 1997). Para proponer un problema se suele modificar los datos, objetivos y restricciones de un problema dado (Silver et al., 1996; Brown et al., 1983).

3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA Y SU IMPLEMENTACIÓN

La asignatura obligatoria donde se han desarrollado la práctica que a continuación se describe es *Matemáticas y su Didáctica II, del Grado de Maestro en Educación Primaria*. Los alumnos que cursan esta asignatura han estudiado anteriormente los contenidos de la asignatura de *Matemáticas y su Didáctica I* centrada en los números naturales, en las operaciones aritméticas y los problemas aritméticos verbales de adición y de multiplicación en el contexto de números naturales, los materiales físicos y virtuales que favorecen la comprensión del número natural y de las operaciones de suma, resta, multiplicación y división.

3.1 Guía docente de la asignatura

La guía docente de la asignatura se puede consultar en (<https://educacion.ucm.es/estudios/grado-educacionprimaria-plan-800441>) donde se especifican las competencias que se desean alcanzar, los objetivos, los contenidos, los criterios de calificación y la bibliografía.

Los objetivos de la asignatura recogidos en la guía docente son:

- Proporcionar al futuro profesor elementos de análisis y reflexión que le permitan abordar un correcto tratamiento de los contenidos matemáticos de la enseñanza Primaria.
- Ampliar los conocimientos teóricos que el alumno tiene sobre los contenidos de la asignatura.
- Capacitar al alumno para la construcción y elección de las situaciones didácticas adecuadas a la enseñanza de los distintos conceptos matemáticos, analizando las variables didácticas correspondientes.
- Capacitar al futuro maestro para analizar, seleccionar y construir materiales didácticos apropiados a los contenidos matemáticos de la Educación Primaria.

Las competencias generales y específicas que guían la instrucción son:

- General: Diseñar estrategias didácticas adecuadas a la naturaleza del ámbito científico concreto, partiendo del currículo de Primaria para el área de Matemáticas.
- Específica 1: Comprender los principios básicos y fundamentos de las Matemáticas básicas.
- Específica 2: Adquirir competencias matemáticas básicas (numéricas, cálculo, estimación y medida).
- Específica 3: Conocer el currículo escolar de matemáticas.
- Específica 4: Valorar distintas estrategias metodológicas adecuadas a las diferentes áreas del conocimiento en Matemáticas.
- Específica 5: Analizar, razonar y comunicar propuestas matemáticas.
- Específica 6: Plantear y resolver problemas vinculados con la vida cotidiana.

- Específica 7: Valorar la relación entre matemáticas y ciencias como uno de los pilares del pensamiento científico.
- Específica 8: Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover las competencias correspondientes en los estudiantes.

3.2 Tareas formativas para la enseñanza de las operaciones con fracciones

La tarea tiene dos partes:

A) Elaborar un material físico para representar fracciones en barras o en sectores. Se propone que elaboren varias barras o sectores de fracciones con el material que escojan (goma eva, cartulina, etc.) de las dimensiones que ellos decidan siempre que la representación de la unidad sea de igual longitud/área y cada una de las fracciones iguales tengan la misma longitud/área, es decir, las barras o sectores de $\frac{1}{2}$ deben ser de igual longitud/área, las barras o sectores de $\frac{1}{3}$ iguales, las barras o sectores del $\frac{1}{4}$ iguales, y así sucesivamente. Además, la unidad formada por las dos barras $\frac{1}{2}$ debe ser de igual longitud/área a la unidad formada por las tres barras de $\frac{1}{3}$ o la unidad formada por las cuatro barras de $\frac{1}{4}$...

B) Diseñar problemas de operaciones aritméticas con fracciones de: suma, resta, producto de una fracción por un número entero, producto de dos fracciones, división de un número entero entre una fracción, división de una fracción entre un número entero, división entre fracciones. Tienen que grabarse resolviendo los problemas utilizando el material elaborado.

Esta tarea se realiza durante cuatro semanas, parte en la sesión de aula y parte fuera de ella, en grupos de 4-6 personas. La calificación de la misma se realiza a partir de la calidad del material entregado, de los problemas propuestos y de la resolución de los problemas realizada.

La tarea pretende favorecer la formación matemática y didáctica del alumno en el diseño de propuestas didácticas para la enseñanza de las fracciones utilizando problemas y material manipulativo buscando dar significado a las operaciones aritméticas con fracciones y a los algoritmos de estas. Esta tarea pretende contribuir a la consecución de los objetivos y competencias recogidos en la guía de la asignatura.

3.3 Resultados de la tarea formativa

El material diseñado por ellos preferiblemente fue las barras de fracciones por encima de los sectores. Algunos de estos materiales carecían de la precisión de medida que deberían tener; bien porque los mismos no eran apropiados porque se dilataban al cortarlos, o bien por la falta de habilidad de los alumnos para medir o cortar, o bien por la poca importancia de la precisión de la medida. A cinco de los trece grupos hubo que decirles que fueran más precisos. Los materiales preferidos por los alumnos fueron las cartulinas de colores (Figura 2). Algunos de ellos también utilizaron la goma eva. Varió el tamaño de las fracciones recortadas.

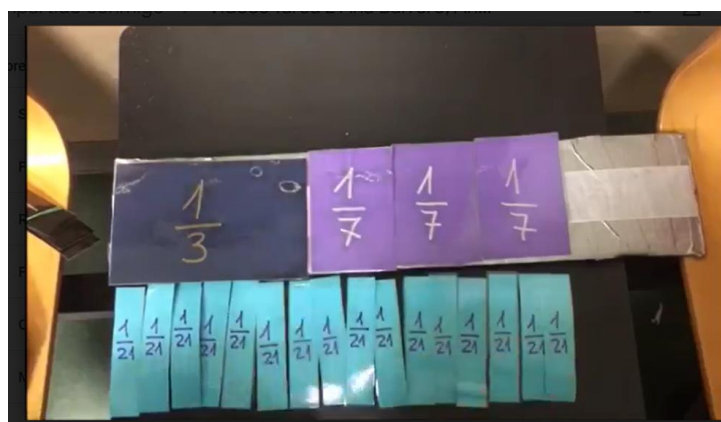


Figura 2 Materiales de fracciones fabricado por los alumnos

La propuesta y la resolución de problemas de suma y resta con fracciones mostraron menos errores que la propuesta y la resolución de problemas de multiplicación y de división. Una de las dificultades fue que, al estar utilizando un material de fracciones de la unidad, los alumnos no propusieron problemas de fracciones de una cantidad mayor a la unidad. Los alumnos no representaron más de un procedimiento de resolución. Además, los resultados de la tarea evidenciaron, en ocasiones, una falta de precisión y rigor en algunas explicaciones que aparecen en los vídeos por parte de los alumnos, en la elaboración del material y en el diseño de los problemas. A continuación, mostramos algunos ejemplos.

Problema de suma de fracciones: De todos los juguetes de una habitación $\frac{1}{3}$ son de Marta y $\frac{4}{6}$ de su hermano Hugo. ¿Cuál es la fracción total de juguetes que tienen entre los dos?

De todos los juguetes de una habitación $\frac{1}{3}$ son de Marta y $\frac{4}{6}$ de su hermano Hugo. ¿Cuál es la fracción total de juguetes tienen entre los dos?

De todos los juguetes de una habitación $\frac{1}{3}$ son de Marta y $\frac{4}{6}$ de su hermano Hugo. ¿Cuál es la fracción total de juguetes tienen entre los dos?

Figura 3 Ejemplo de problema propuesto por los alumnos de suma de fracciones de diferente denominador y de su resolución con los materiales fabricados por ellos

En la Figura 3 se muestra un problema de suma de fracciones propuesto y resuelto. La suma de fracciones $\frac{1}{3} + \frac{4}{6}$ la realizan a través de pasar la fracción $\frac{1}{3}$ a la fracción equivalente $\frac{2}{6}$, $\frac{2}{6} + \frac{4}{6} = 1$ en vez de simplificar la fracción $\frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ y hacer $\frac{1}{3} + \frac{2}{3} = 1$. Vemos una forma ordenada de mostrar la información del problema.

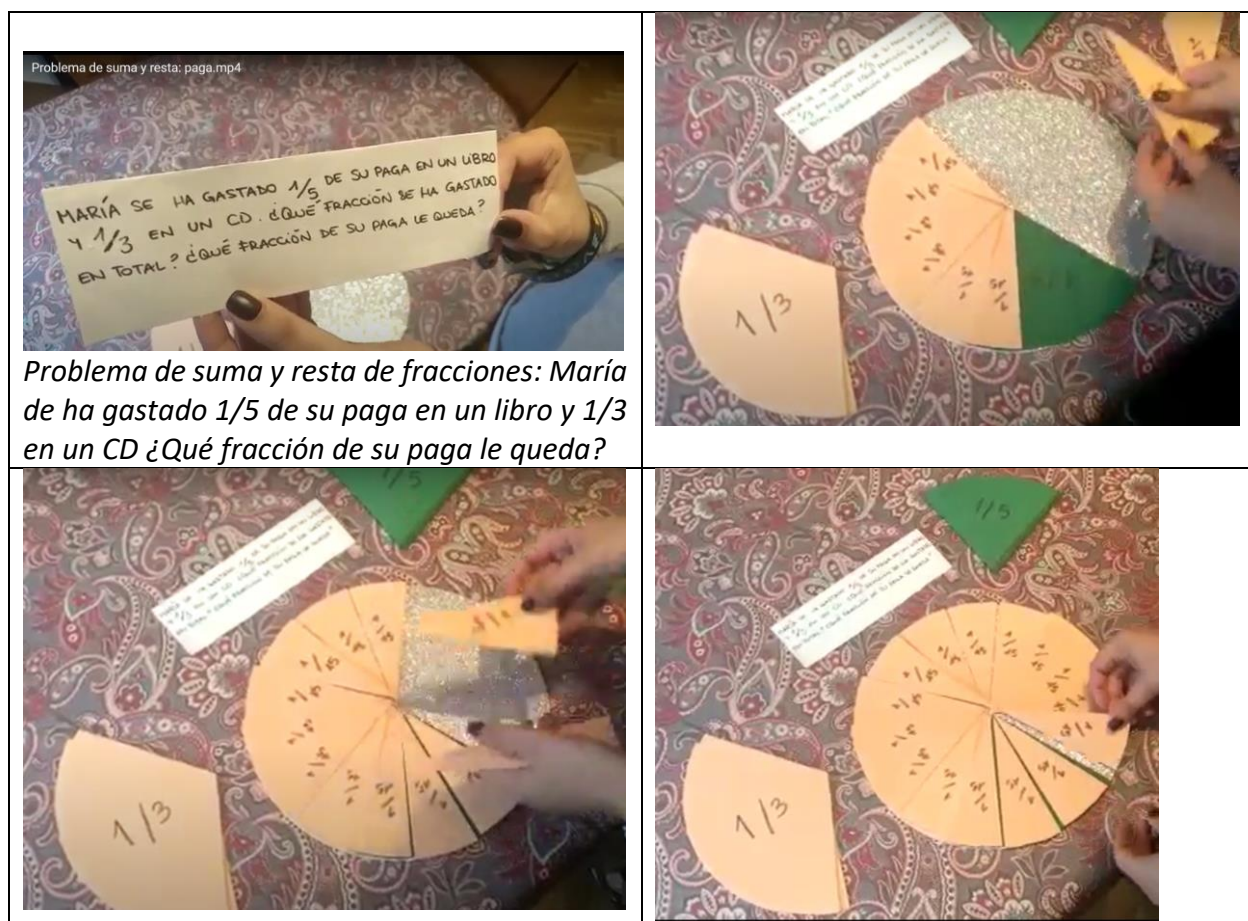


Figura 4 Ejemplo de problema propuesto por los alumnos de suma y resta de fracciones de diferente denominador y de su resolución con los materiales fabricados por ellos

En la Figura 4 se plantea un problema de suma y resta de fracciones. Primero realiza la suma de las fracciones $\frac{1}{5} + \frac{1}{3}$ pasando a fracciones equivalentes $\frac{3}{15} + \frac{5}{15} = \frac{8}{15}$ con los sectores sobre la fracción unidad que representa la cantidad de dinero total de su paga. Para responder a la pregunta “¿qué fracción de su paga le queda?” completan la unidad con los quinceavos que les quedan, representando la resta de fracciones como la distancia que hay entre los $\frac{8}{15}$ y los $\frac{15}{15}$.

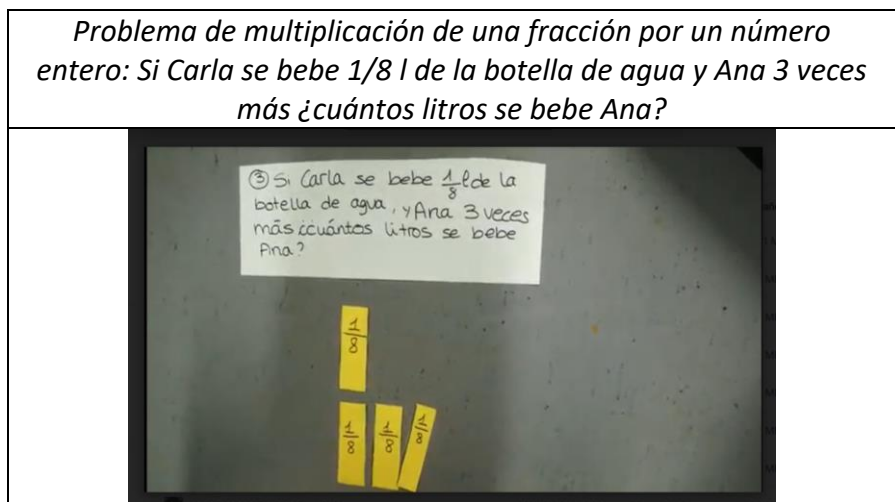


Figura 5 Ejemplo de problema propuesto por los alumnos de multiplicación de una fracción por un entero y de su resolución con los materiales fabricados por ellos

La Figura 5 muestra un problema de una multiplicación de una fracción por un entero, representando la multiplicación de como suma de iguales: $3 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8}$.

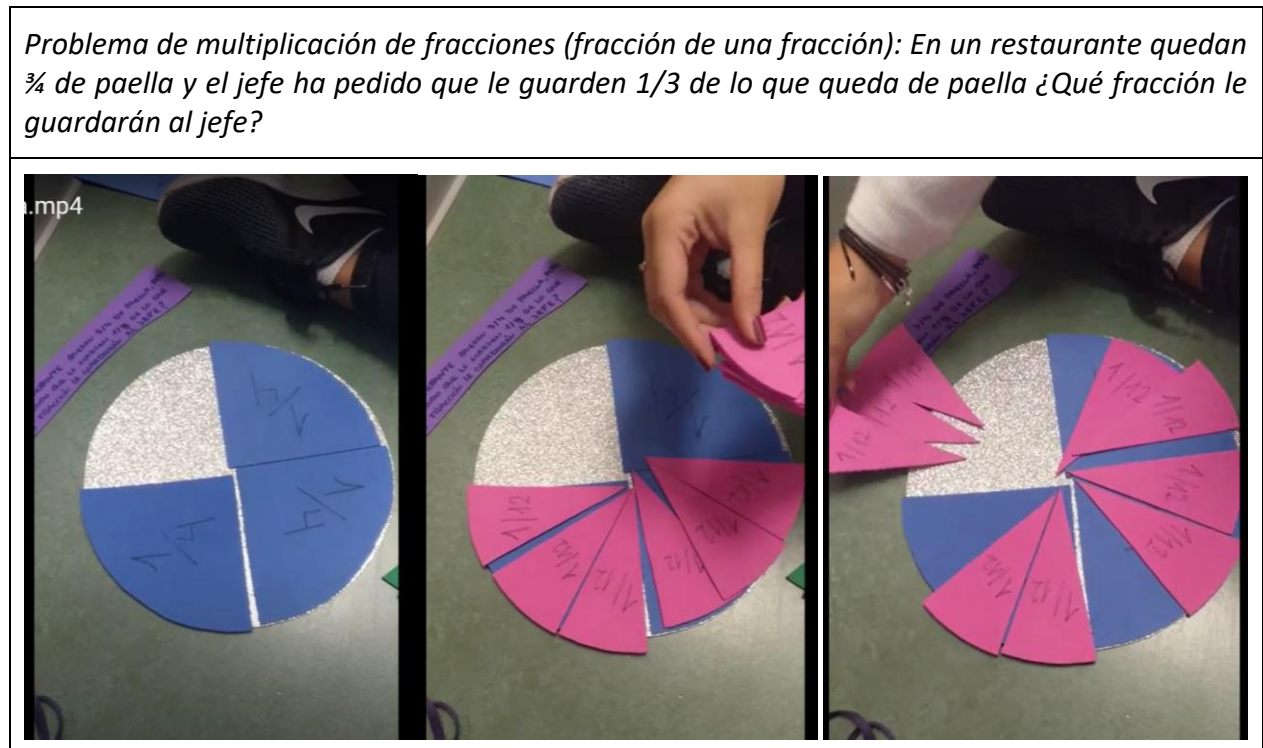


Figura 6 Ejemplo de problema propuesto por los alumnos de multiplicación de fracciones y de su resolución con los materiales fabricados por ellos

En el problema de la Figura 6, de multiplicación de fracciones, la resolución aritmética guía su resolución manipulativa. Cada cuarto lo pavimenta con tres $\frac{1}{12}$ y luego selecciona $\frac{1}{12}$ de cada uno de ellos. La fracción resultado es $\frac{3}{12}$ no la simplifica. Sin embargo, tomar un tercio de $\frac{3}{4}$ manipulativamente podría ser tomar $\frac{1}{4}$, pero el grupo no muestra este tipo de resolución.

Problema Dado el siguiente rectángulo de base $\frac{1}{5}$ y de altura $\frac{3}{8}$ calcula la superficie

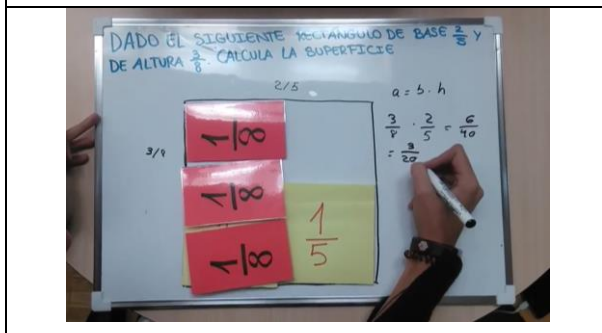


Figura 7 Ejemplo de problema propuesto por los alumnos de multiplicación de fracciones y de su resolución con los materiales fabricados por ellos

En el problema de la Figura 7 vemos que han planteado un problema de multiplicación de fracciones, para el cálculo del área de un rectángulo, pero lo resuelve aritméticamente y no con los materiales; estos solo los utilizan para representar los datos. En el problema no utiliza unidades de longitud.

Problema división de fracciones: Sofía compró un queso que pesaba $\frac{3}{4}$ de kilo Si lo partió en porciones de $\frac{1}{8}$ de kilo cada una ¿Cuántas porciones pudo sacar?

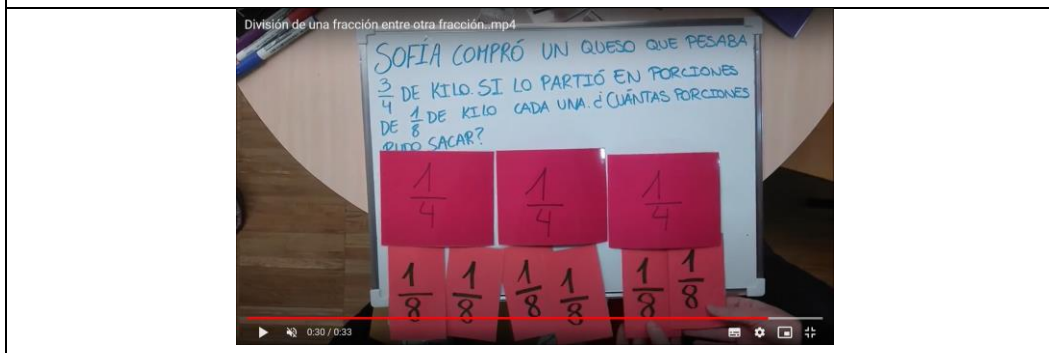


Figura 8 Ejemplo de problema propuesto por los alumnos de división de fracciones y de su resolución con los materiales fabricados por ellos

La Figura 8 resuelve un problema de división de una fracción entre otra, de forma manipulativa, utilizando el significado de la operación de división cuotitiva, viendo cuántos $\frac{1}{8}$ le caben en $\frac{3}{4}$, midiendo, en vez de realizarlo como lo podrían realizar aritméticamente $\frac{3}{4} : \frac{1}{8} = \frac{24}{4} = 6$.

Problema de división de fracción entre un entero: De la fiesta de cumpleaños, sobraron $\frac{8}{15}$ de la tarta. Se lo quieren comer, a partes iguales, entre Carlos, Ana, Ignacio y Carmen ¿Qué fracción de tarta se comen cada uno?

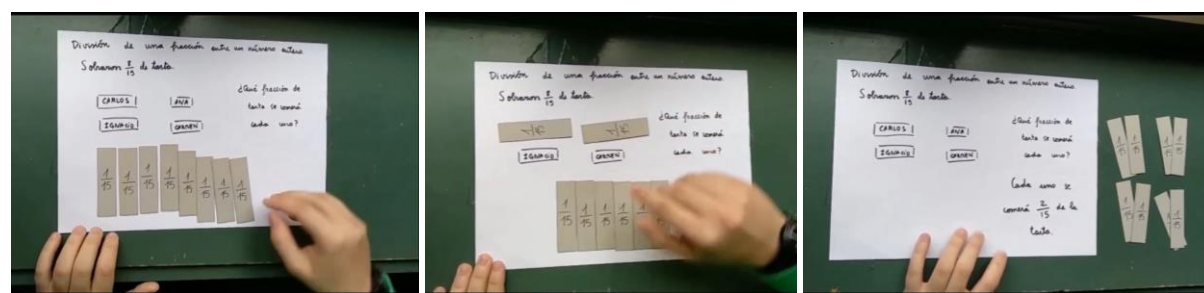


Figura 9 Ejemplo de problema propuesto por los alumnos de división de una fracción entre un número natural y de su resolución con los materiales fabricados por ellos

En la Figura 9 se presenta un problema de división de una fracción entre un número entero, división por reparto, propuesto por los alumnos. Lo han resuelto a partir del reparto de fracciones, 8 trozos de $\frac{1}{15}$ entre 4 personas. La resolución está bien hecha, pero podrían haber propuesto el problema de reparto entre 3 personas para mostrar un procedimiento más genérico.

4. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA Y PRINCIPALES RESULTADOS

Es una tarea formativa y evaluativa que se complementa con otras tareas de resolución de problemas a través de representaciones gráficas, verbales y aritméticas. Este tipo de tareas evidencia un conocimiento matemático (MK) y un conocimiento didáctico del contenido (PCK) del futuro maestro; sobre los significados de las operaciones, los procedimientos algorítmicos, tipos de problemas aritméticos, conocimientos sobre el diseño de problemas, sobre la resolución de problemas y la utilización de materiales. Los resultados mostrados favorecen la reflexión del formador sobre las dificultades de los alumnos en la comprensión de las operaciones con fracciones, la conversión de representaciones y sobre ofrecer una única forma de resolver los problemas, sin explorar formas distintas. Las dificultades de proponer problemas pueden estar en la falta de experiencia de los alumnos o en la falta de comprensión de las fracciones y las operaciones aritméticas (Xie et al., 2017). La grabación del vídeo les hizo buscar formas de explicar su saber de la forma más sencilla y clara. Con la utilización de materiales y problemas se pretende que ellos valoren la enseñanza conceptual además de la procedimental y la utilización de estos recursos para este fin. El uso de materiales favorece la comprensión de las operaciones y permite, en ocasiones, que emerjan procedimientos distintos de los que realizan con la representación numérica. Es importante trabajar con los alumnos la conversión de los procedimientos de un sistema de representación a otro y animarles a explorar nuevas formas de resolución. Además, el marco del MTSK favorece una mirada analítica del formador, según las categorías propuestas, sobre el diseño de la tarea y los resultados alcanzados.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En los programas de formación de maestros las tareas son el instrumento para alcanzar el conocimiento y las competencias necesarios para enseñar matemáticas (Llinares, 2011). Es importante dotar a los futuros profesores de un conocimiento matemático (MK) y un conocimiento didáctico del contenido (PCK) para que puedan diseñar, implementar y evaluar propuestas para la enseñanza de las operaciones con fracciones adecuadas a los diversos contextos de trabajo. Para ello, es importante el conocimiento curricular, de las teorías de aprendizaje y enseñanza, de las dificultades de aprendizaje, de los recursos materiales, de los modelos. El modelo de categorías del MTSK favorece la atención del formador a los distintos aspectos que conforman el conocimiento del maestro de matemáticas para promoverlo a través de las tareas. Los futuros docentes tienen que profundizar en sus conocimientos didáctico matemático para poder ofrecer una enseñanza que desarrolle una comprensión conceptual al mismo tiempo que una fluidez procedimental (Petit et al., 2015). La investigación recomienda el uso de materiales visuales para favorecer la comprensión de los algoritmos de las operaciones aritméticas con fracciones (Klemer et al., 2019; Behr et al., 1992), identificando las dificultades que experimenta el alumno en este aprendizaje debido a las diferencias con los conocimientos previamente aprendidos de los números naturales. Es importante que los futuros maestros experimenten con estos recursos materiales y desarrollen habilidad para la conversión de los procedimientos de resolución de operaciones de un sistema de representación a otro y cierta flexibilidad matemática procedimental (Xie et al., 2017; Singer et al., 2013; Acevedo et al., 2009). Para ello además de los materiales, o de las representaciones gráficas, la tarea de proponer problemas de operaciones con fracciones y resolverlos con diferentes representaciones favorece la comprensión de las operaciones.

La reflexión sobre el diseño de las tareas formativas y el análisis de los resultados requiere de una consideración previa y posterior de la práctica y la investigación que favorece el refinamiento de estas tareas. Los formadores necesitamos la investigación, pero también la experiencia del aula para poder ofrecer propuestas fundamentadas y probadas cercanas a la realidad de nuestros alumnos (Joglar et al., 2022).

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

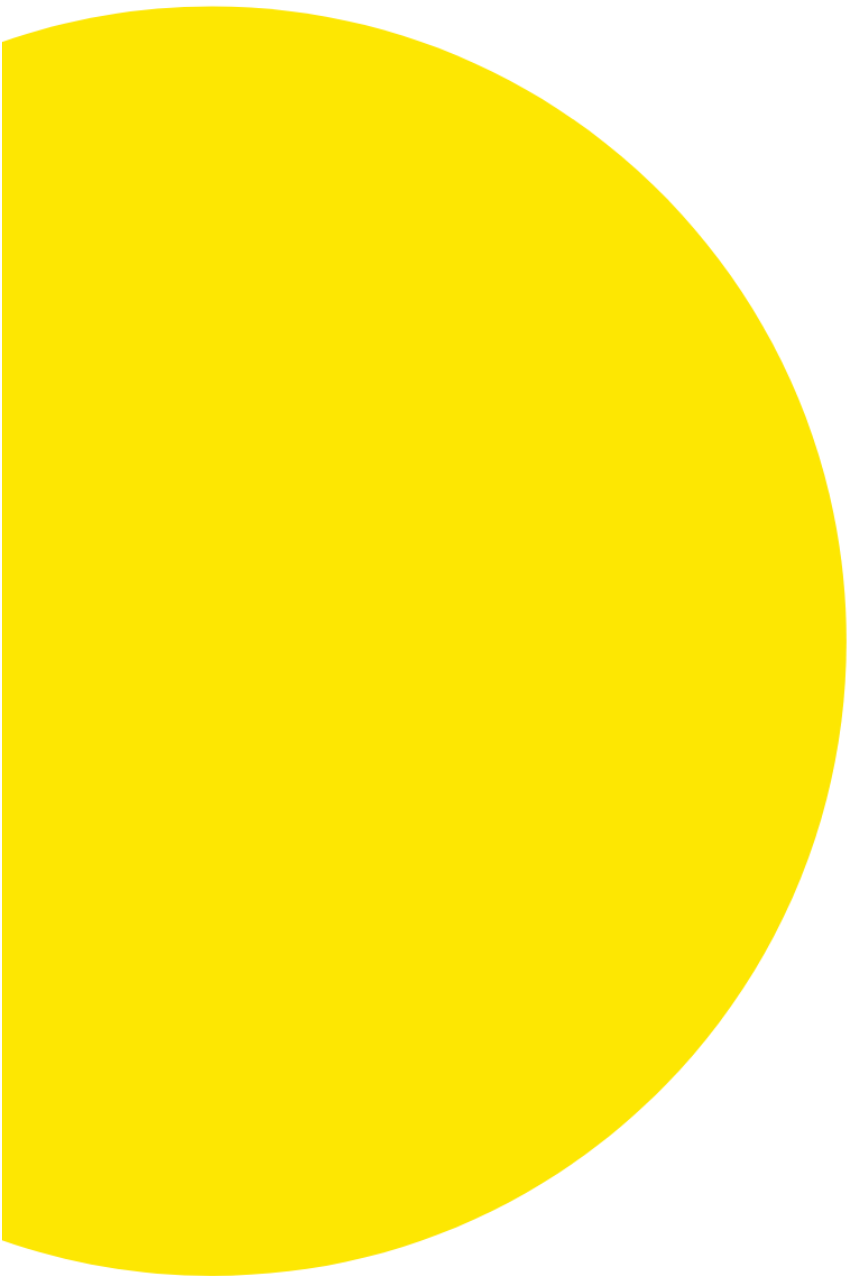
Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto: “Conocimiento especializado en la formación del profesorado de matemáticas: tareas y conocimiento del formador” (PID2021.122180B-100, del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, España). Asimismo, está vinculado a la Red MTSK, auspiciado por la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP).

REFERENCIAS

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1149). Lawrence Erlbaum Associates
- Acevedo Nistal, A., Van Dooren, W., Clarebout, G., Elen, J., & Verschaffel, L. (2009). Conceptualising, investigating and stimulating representational flexibility in mathematical problem solving and learning: A critical review. *ZDM Mathematics Education*, 41, 627–636.
- Bayley, D. H., Hoard, M. K., Nugent, L., & Geary, D. C. (2012). Competence with fractions predicts gains in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113 (3), 447-455. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.06.004>
- Behr, M., & Post, T. (1992). Teaching rational number and decimal concepts. In T. Post (Ed.), *Teaching mathematics in grades K-8: Research-based methods* (2nd ed., pp. 201–248). Allyn & Bacon
- Behr, M., Lesh, R., Post, T., & Silver, E. (1983). Rational Number Concepts. In R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*, (pp. 91-125). Academic Press Disponible: https://www.researchgate.net/publication/258510439_Rational_number_concepts [accessed Oct 29 2022].
- Berry, A., Depaepe, F., & Driel, J. H. (2016). Pedagogical content knowledge in teacher education. In: L. Loughran, & M. Hamilton (eds.) *International Handbook of Teacher Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0366-0_9
- Both, J. L., & Newton, K. J. (2012). Fractions: Could they really be the gatekeeper's doorman? *Contemporary Educational Psychology*, 37(4), 247-253. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.07.001>
- Braithwaite, D., Pyke, A., & Siegler, R. (2017). A computational model of fraction arithmetic. *Psychological Review*, 124(5), 603–625. doi: 10.1037/rev0000072
- Brown, S. I., & Walter, M. I. (1983). The “What-if-not” strategy in action. In S. I. Brown & M. I. Water (Eds.), *The art of problem posing* (pp. 65–105). Franklin Institute Press.
- Bruce, C., Chang, D., Flynn, T. & Yearley, S. (2013). *Foundations to learning and teaching fractions: Addition and subtraction*. Retrieved July, 4, 2014. <http://alearningplace.com.au/wp-content/uploads/2021/01/FINALFoundationstoLearningandTeachingFractions.pdf>
- Canals, M.A. (2009). *Fracciones (Los dossiers de María Antonia Canals)*. Associació de Mestres Rosa Sensat.
- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C., & Muñoz-Catalán, M. C. (2013). Determining specialised knowledge for mathematics teaching. In B. Ubuz, Ç. Haser, M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in mathematics Education*, 8 (pp.2985-2994). ERME.
- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253, <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>.
- Deliyianni, E., Gagatsis, A., Elia, I, & Panaoura, A. (2016). Representational Flexibility and Problem-Solving Ability in Fraction and Decimal Number Addition: A Structural Model. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(2), 397–417. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9625-6>
- Empson, S. B., Levi, L. & Carpenter, T. P. (2011). The algebraic nature of fractions: Developing relational thinking in elementary school. In J. Cai y E. J. Knuth (Eds.), *Early algebraization* (pp. 409–428). Springer
- Flores, A. (2002). Profound understanding of division of fractions. In B. Litweller, & G. Bright (Eds.), *Making sense of fractions, ratios, and proportions* (pp. 237-246). National Council of Teachers of Mathematics Inc.
- Gabriel, F., Coché, F., Szucs, D., Carrette, V., Rey, B., & Content, A. (2013). A componential view of children's difficulties in learning fractions. *Frontiers in Psychology*, 4: 715. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00715>
- Gallagher, M. A., Parsons, S. A., & Vaughn, M. (2020): Adaptive teaching in mathematics: a review of the literature, *Educational Review*, 74(2), 298-320. <https://doi.org/10.1080/00131911.2020.1722065>

- Goldin, G. A. (2003). Representation in school mathematics: A unifying research perspective. In J. Kilpatrick, W. G. Martin & D. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp. 275–285). The National Council of Teachers of Mathematics.
- Hitt, F. (1998). Difficulties in the articulation of different representations linked to the concept of function. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 123–134.
- Izsak, A. (2008). Mathematical knowledge for teaching fraction multiplication. *Cognition and Instruction*, 26(1), 95–143. <https://doi.org/10.1080/07370000701798529>.
- Joglar-Prieto, N., Belmonte, J. M., Pizarro, N., Ramírez, M., Boga, T., Marcos, J. A., Lorenzo, L., Ruiz, L., & Mendez, M. (2022). Oportunidades de desarrollo profesional conjunto en un entorno colaborativo con maestros, formadores de maestros e investigadores en educación matemática. *APEduc Journal*, 3(1), 120-133.
- Kerslake, D. (1986). *Fractions: Children's Strategies and Errors. A Report of the Strategies and Errors in Secondary Mathematics Project*. NFER-NELSON Publishing Company, Ltd
- Klemer, A., Rapoport, S., & Lev-Zamir, H. (2019). The missing link in teachers' knowledge about common fractions division. *International Journal of mathematical education in science and technology*, 50(8), 1256-1272. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1522677>
- Lambdin, D. (2003). Benefits of teaching through problem solving. In F. Lester (Ed.), *Teaching mathematics through problem solving: Prekindergarten-Grade 6* (pp. 3–13). NCTM.
- Lamon, S. L. (2001). Presenting and representing: From fractions to rational numbers. In A. Cuoco y F. Curcio (Eds.), *The role of representations in school mathematics—2001 yearbook* (pp. 146–165). NCTM.
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 33–40). Lawrence Erlbaum Associates
- Leung, S. S., & Silver, E. A. (1997). The role of task format, mathematics knowledge, and creative thinking on the arithmetic problem posing of prospective elementary school teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 9(1), 5–24.
- Llinares, S. (2011). Tareas matemáticas en la formación de maestros. Caracterizando perspectivas. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 78, 5-16.
- Lortie-Forgues, H., Tian, J., & Siegler, R. S. (2015). Why is learning fractions and decimals arithmetic so difficult? *Developmental Review*, 38, 201-221. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.008>.
- Méndez, M., Belmonte, J.M., Pizarro, N., & Ramírez, M. (2021). Formación matemática en el Grado de Maestro de Educación Infantil: Análisis de las guías docentes de las universidades públicas españolas. In A. Vico, L. Vega, O. Buzón (Coords.), *Entornos virtuales para la educación en tiempos de pandemia: perspectivas metodológicas*. (pp. 756-780). Dykinson.
- Muñoz-Catalán, M. C., Joglar-Prieto, N., Ramírez-García, M., Escudero, A. M., Aguilar, Á., & Ribeiro, C. M. (2019). El conocimiento especializado del profesor de infantil desde el aula de matemáticas. In Badillo, E., Climent, N., Fernández, C., González, M. T. (Eds.). *Investigación sobre el profesor de matemáticas: práctica de aula, conocimiento, competencia y desarrollo profesional* (p. 63-84). Ediciones Universidad Salamanca.
- Newton, K. J. (2008). An extensive analysis of preservice elementary teachers' knowledge of fractions. *American Educational Research Journal*, 45(4), 1080-1110. <https://doi.org/10.3102/0002831208320851>
- Ni, Y., & Zhou, Y. D. (2005). Teaching and learning fraction and rational numbers: the origins and implications of whole number bias. *Educ. Psychologist* 40, 27–52. doi: 10.1207/s15326985ep4001_3
- Obersteiner, A., Van Hoof, J., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2016). Who can escape the natural number bias in rational number tasks? A study involving students and experts. *British Journal of Psychology*, 107(3), 537–555. <https://doi.org/10.1111/bjop.12161>
- Petit, M.M., Laird, R.E., Ebby, C.B., & Marsden, E.L. (2015). *A Focus on Fractions: Bringing Research to the Classroom (2nd ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315746098>

- Petit, M. M., Laird, R. E., Ebby, C.B., & Marsden, E.L. (2022). *A Focus on Fractions: Bringing Mathematics Education Research to the Classroom (3rd ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003185475>
- Pitkethly, A., & Hunting, R. (1996). A review of recent research in the area of initial fraction concepts. *Educ. Stud. Math.* 30, 5–38. doi: 10.1007/BF00163751
- Prediger, S. (2008). The relevance of didactic categories for analysing obstacles in conceptual change: Revisiting the case of multiplications of fractions. *Learning and Instruction*, 18(1), 3-17. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.08.001>
- Shulman, L. (2015). PCK: Its genesis and exodus. In A. K. Berry, P. Friedrichsen & J. J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 3–13). Routledge
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.
- Siegler, R. S., Thompson, C. A., & Schneider, M. (2011). An integrated theory of whole number and fractions development. *Cogn. Psychol.* 62, 273–296. doi: 10.1016/j.cogpsych.2011.03.001
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *Zdm*, 29(3), 75–80.
- Silver, E. A., Mamona-Downs, J., Leung, S. S., & Kenney, P. A. (1996). Posing mathematical problems: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(3), 293–309
- Singer, F. M., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). Problem-posing research in mathematics education: New questions and directions. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 1–7.
- Thomas, M. O. J. (2008). Developing versatility in mathematical thinking. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 7(2), 67–87.
- Van de Walle, J., Karp, K., & Bay Williams, J. M. (2016). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Pearson Education, Inc.
- Vasco-Mora, D., Climent, N., Escudero-Ávila, D., Montes, M. A., & Ribeiro, M. (2016). Conocimiento especializado de un profesor de álgebra lineal y Espacios de Trabajo Matemático. *Boletín de Educación Matemática*, 30(54), 222-239. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n54a11>.
- Xie, J., & Masingila, J. O. (2017). Examining Interactions between Problem Posing and Problem Solving with Prospective Primary Teachers: A Case of Using Fractions. *Educ Stud Math* 96, 101–118. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9760-9>



**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.

**A VOZ DE INVESTIGADORES E PROFESSORES SOBRE A ARTICULAÇÃO ENTRE A
INVESTIGAÇÃO E AS PRÁTICAS DE ENSINO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA**

THE VOICE OF RESEARCHERS AND TEACHERS ON THE ARTICULATION BETWEEN RESEARCH AND
TEACHING PRACTICES IN SCIENCE EDUCATION

LA VOZ DE INVESTIGADORES Y DOCENTES SOBRE LA ARTICULACIÓN ENTRE INVESTIGACIÓN Y
PRÁCTICAS DOCENTES EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

**Mónica Baptista¹, Ana Edite Cunha², Hugo Vieira³, José Luís Araújo⁴, Carla Morais⁴ &
J. Bernardino Lopes⁵**

¹Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Portugal
mbaptista@ie.ulisboa.pt

²Escola EB 2,3/S S. Pedro, Vila Real, Portugal
anaedite@pt.pt

³Agrupamento de escolas Dr. Costa Matos, Vila Nova de Gaia, Portugal (escola de lecionação em 2021/22)
hugovieira@sapo.pt

⁴Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Portugal
jose.araujo@fc.up.pt
cmorais@fc.up.pt

⁵Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
blopes@utad.pt

RESUMO | Este texto é o resultado de uma entrevista feita a dois investigadores e a dois professores da área da Educação em Ciências sobre o modo veem a articulação entre a investigação e as práticas em educação em ciência. A entrevista tem quatro questões. As questões dirigidas aos investigadores focam-se no acesso às práticas de ensino e nas respostas da investigação às demandas dos professores. As questões colocadas aos professores focam-se no acesso à investigação e na tentativa de colocar em prática resultados decorrentes da investigação. As respostas são variadas, mas todas apontam para a necessidade de investigadores e professores trabalharem, de forma enquadrada e duradoura, em fóruns em que permitam a partilha de saberes e a coconstrução de saberes e de caminhos novos.

PALAVRAS-CHAVE: Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciência, Comunidades de prática.

ABSTRACT | This text is the result of an interview with two researchers and two professors in the area of Science Education about how they see the relationship between research and practices in science education. The interview has four questions. The questions addressed to researchers focus on access to teaching practices and research responses to teachers' demands. The questions posed to teachers focus on access to research and the attempt to put research results into practice. The answers are varied, but they all point to the need for researchers and teachers to work in a structured and lasting way in forums that allow sharing of knowledge and co-construction of knowledge and new paths.

KEYWORDS: Articulation between Research & Practice in Science, Communities of practice.

RESUMEN | Este texto es el resultado de una entrevista a dos investigadoras y dos docentes del área de Educación en Ciencias sobre cómo ven la relación entre investigación y prácticas en la enseñanza de las ciencias. La entrevista consta de cuatro preguntas. Las preguntas dirigidas a los investigadores se centran en el acceso a las prácticas docentes y las respuestas de investigación a las demandas de los docentes. Las preguntas planteadas a los docentes se centran en el acceso a la investigación y el intento de poner en práctica los resultados de la investigación. Las respuestas son variadas, pero todas apuntan a la necesidad de que investigadores y docentes trabajen, de forma estructurada y duradera, en foros que permitan compartir saberes y la co-construcción de saberes y de nuevos caminos.

PALABRAS CLAVE: Articulación entre la investigación y la práctica en la enseñanza de las ciencias, Comunidades de practica.

1. INTRODUÇÃO

A Secção 3 da *APeDuC Revista* é dedicada à reflexão sobre a articulação entre a Investigação e as Práticas em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia. A equipa editorial tem procurado diferentes modos de atender a este objetivo proporcionando diferentes perspetivas e propostas conforme o modelo adotado de interação dos participantes e os próprios intervenientes em cada número da *APeDuC Revista*. Neste número optamos por recorrer a entrevistas dirigidas a dois investigadores e a dois professores que trabalham na área da Educação em Ciências. A entrevista, que deu voz a estes interlocutores, tem quatro questões principais variando o foco conforme foi feita a investigadores ou a professores. As questões dirigidas aos investigadores centraram-se no acesso às práticas de ensino e nas respostas da investigação às demandas dos professores. Por sua vez, as questões colocadas aos professores centraram-se no acesso à investigação e na tentativa de colocar em prática resultados da investigação.

As questões colocadas foram as seguintes:

Questões colocadas aos professores:

1 – De que forma acede à investigação em educação em ciências? Através de leituras de artigos ou livros? Formação pós-graduada? Faz parte de equipas com investigadores? Outra?

2 – Já tentou alguma vez por em prática um resultado da investigação nas suas práticas de ensino? Como o implementou? Que dificuldades teve? Como as resolveu?

3 – Para si, o que seria mais importante que a investigação em educação em ciência fizesse? Que tipo de problemáticas? Que tipo de enfoque?

4 – Já conduziu investigação sobre as suas práticas pedagógicas? Se sim, como é que tal contribuiu para o seu desenvolvimento profissional?

Questões colocadas aos investigadores:

1 – De que forma acede às práticas de ensino de ciências? Através da observação? No contacto com os professores na formação pós-graduada? Faz parte de equipas com professores? Outra?

2 – Já tentou alguma vez investigar algum tópico sugerido por professores? Como levou a cabo a investigação? Que contributos deu para a prática de ensino? A equipa de investigação tinha professores?

3 – Para si, como é que a prática profissional poderia beneficiar de forma mais proveitosa da investigação disponível? Que meios poderiam ajudar? Que enquadramento seria necessário?

4 – O que considera que poderá ser feito para melhor articular a investigação e as práticas profissionais em prol da educação científica de qualidade?

A maior parte das respostas foram dadas por escrito, no entanto, a primeira resultou de uma interação oral entre Mónica Baptista e J. Bernardino Lopes.

2. AS RESPOSTAS DE MÓNICA BAPTISTA, INVESTIGADORA – A IMPORTÂNCIA DAS COMUNIDADES DE APRENDIZAGEM E DE PRÁTICAS

2.1 Acesso às práticas de ensino

No Instituto de Educação da Universidade de Lisboa trabalho em equipa com outros colegas do grupo de investigação da Didática. Trabalhamos, em colaboração, com professores de

ciências, sobretudo da área da Física e Química e também professores do primeiro ciclo. Acedemos às práticas de ensino de ciências sobretudo de três formas:

- A partir dos nossos projetos de investigação, uma vez que muitos têm a componente de ligação com as escolas e com os professores da área da Física e Química. Alguns projetos de investigação envolvem professores das escolas básicas e secundárias nas próprias equipas. Por exemplo, o projeto GoSTEM, financiado pela FCT, envolveu cerca de 60 professores de Física e Química das regiões de Lisboa, Beiras e Norte do país e foi uma forma de acedermos às práticas de ensino. Durante dois anos, fizemos todos parte de uma comunidade de aprendizagem. Em conjunto, desenvolvemos atividades STEM inovadoras, criamos alguns recursos e avaliamos os seus efeitos nas aprendizagens de Física dos alunos ou no seu interesse pela área das ciências. Neste quadro de colaboração estreita com as escolas, no âmbito do trabalho de investigação, ganhamos muito porque trazemos a experiência da escola para a universidade. Estas equipas, constituídas por professores e investigadores, com experiências e conhecimentos distintos permitem que o que fazemos na universidade passe para a escola e vice-versa. Esta colaboração tem efeitos positivos nas aprendizagens de todos e incentiva os professores a fazer estudos de pós-graduação.

- Outra forma de aceder às práticas de ensino dos professores de ciências é através da “Redescola” do Instituto de Educação. Trata-se de uma plataforma que pretende dialogar com os diversos atores, partilhar o trabalho de extensão que é realizado em articulação com escolas, professores e outras instituições (e.g., câmaras municipais). No quadro desta rede, participo em atividades de consultoria e de formação, caso é o caso dos TEIP [Territórios Educativos de Intervenção Prioritária] ou outro tipo de programas, em que vamos às escolas, por exemplo, observar aulas. É outra forma de contactar com as práticas de ensino de ciências. Também no quadro desta “Redescola” há oferta de formação para professores acreditada. A formação é muitas vezes solicitada pelos diretores das escolas ou pelos coordenadores de grupo (estruturas intermédias). No âmbito desta formação, vamos às escolas, trabalhamos em estreita ligação com os professores de ciências.

- Por último, acedemos às práticas de ensino através dos professores dos ensinos básico e secundário, da área de ciências, que frequentam os cursos de pós-graduação, quer ao nível do mestrado quer ao nível do doutoramento.

A informação recolhida nestas três formas de aceder às práticas de ensino é diferente e depende da natureza dos projetos ou formas de trabalho. Os próprios projetos de investigação podem ter objetivos bastante distintos. Por exemplo, ultimamente, a nossa temática centra-se na integração da ciência, tecnologia, engenharia e matemática [STEM]. Neste contexto, por um lado, procuramos compreender o que já se faz nas escolas e que práticas já existem nesta área de integração STEM. Por outro lado, se os projetos de investigação tiverem componentes de intervenção, em que há coconstrução de materiais ou recursos, aí a informação que recolhemos é distinta. Há um trabalho conjunto, em colaboração com os professores de ciências, em que procuramos conhecer os efeitos desses materiais/recursos nas aprendizagens de ciências dos alunos. Se for no quadro da formação de professores o objetivo é distinto: da nossa parte procuramos apoiar os professores de ciências na identificação de dificuldades dos alunos e, em conjunto, definimos estratégias para as superar.

2.2 Respostas da investigação às demandas dos professores

Muitas vezes somos contactados pelos diretores dos agrupamentos, professores cooperantes ou, por vezes, professores de escolas que tiveram contacto com a nossa instituição em encontros profissionais. Muitos desses contactos desencadeiam uma investigação conjunta. Vou dar um exemplo: uma professora contactou-nos porque sabia que no Instituto de Educação se desenvolvia um projeto coletivo de área de investigação e ensino ligado aos “Estudos de Aula”. A professora era na altura subdiretora de um agrupamento de escolas e procurou-nos no sentido de saber se nós poderíamos trabalhar em conjunto com um grupo de professores do agrupamento. Em conjunto com os professores, desenvolvemos no agrupamento estudos de aula e tivemos oportunidade de realizar investigação sobre este modelo de desenvolvimento profissional de professores centrado na prática. Observamos aulas de professores, discutimos dificuldades e aprendizagens dos alunos, bem como estratégias para as superar. Para os professores é uma oportunidade de ‘olharem de outra forma’ para sua prática, uma vez que recolhem e analisam dados dos alunos, resultando em trabalhos de cariz investigativo que são partilhados em seminários e revistas destinados a públicos profissionais. A equipa do Instituto de Educação, desenvolve a partir desta experiência investigação. Para nós, é uma ótima oportunidade para chegarmos ao terreno. Este é um dos exemplos, mas já tivemos outros.

No âmbito dos “Estudos de Aula” (Ponte, Quaresma, Mata-Pereira & Baptista, 2018; Conceição, Baptista & Ponte, 2019; Conceição, Baptista & Ponte, 2021), projeto coletivo do grupo de investigação de Didática do Instituto de Educação (coordenado pelo Professor João Pedro da Ponte), foi organizado, em setembro de 2022, um seminário dedicado às experiências dos professores. Foram os próprios professores que disseminaram, para uma comunidade mais alargada que incluiu investigadores, as suas experiências sobre “Estudos de Aula”. Há uma troca que ocorre nos dois sentidos: quer da escola para a universidade quer da universidade para a escola. Este seminário decorreu no Instituto de Educação, mas muitas outras decorrem nos agrupamentos de escola. Há um efeito de contágio: começamos a trabalhar com um grupo de professores pequenos e rapidamente se alarga ao agrupamento de escolas, permitindo alterar algumas dinâmicas de escola. Temos tido alguns exemplos que o comprovam. Dou como exemplo os projetos que desenvolvemos na área das ciências nos Agrupamentos de Escolas de Gavião e de Gardunha e Xisto (no Fundão). Trataram-se de dois projetos em que estiveram todos os níveis de ensino envolvidos (incluindo Educadores de Infância e professores de outras áreas) no desenvolvimento de atividades inovadoras da área das ciências, baseadas no seu contexto local, dentro e fora da sala de aula. Os projetos ‘Gavião na Grande Rota da Ciência’ e ‘os sons da Gardunha’ acabaram por “contagiar” todo o agrupamento e comunidade local. Estas experiências mostram-nos como é importante continuarmos a trabalhar em conjunto.

2.3 Como a prática profissional poderia beneficiar de forma mais proveitosa da investigação disponível e como a prática profissional poderia beneficiar de forma mais proveitosa da investigação disponível

Vou responder em simultâneo à questão 2.3 e à questão 2.4 porque elas se interligam de alguma forma.

É muito importante termos os professores connosco. Há aqui a questão do enquadramento que é necessário ter em conta, quer por parte dos investigadores, quer por parte dos próprios professores e das escolas. A nível dos agrupamentos de escola é fundamental os

diretores reconhecerem a importância da investigação e incentivarem a relação entre a escola e a universidade, dando apoio à 'ida da investigação à escola' e vice-versa. Outro aspeto que é essencial é ter as lideranças intermédias, os coordenadores dos departamentos, diretores de turma, etc., envolvidas. Esta implicação dos coordenadores facilita o comprometimento e envolvimento dos professores. Em suma, mais do que recursos financeiros estas duas condições, i.e., o reconhecimento da importância da interligação entre a escola e universidade e o comprometimento das lideranças das escolas são aspetos cruciais para a investigação poder estar ao serviço da escola e a escola ao serviço da investigação. Outro aspeto muito importante é a comunicação das experiências positivas e a divulgação dos próprios desafios porque todas as experiências que são inovadoras têm desafios. A comunicação no seio da escola e no seio da comunidade profissional é algo que é extremamente importante. Torna mais proveitosa a investigação que está disponível a partir do que foi desenvolvido na escola. A disseminação das experiências na escola, bem como na universidade é fundamental, permitindo assim valorizar o trabalho que está a ser desenvolvido. É importante que estas experiências possam ainda ser divulgadas a vários stakeholders (e.g., associações profissionais, centros de formação de professores, municípios), bem como à tutela, dando visibilidade e reconhecimento aos professores e aos agrupamentos que nelas participaram.

Um outro aspeto importante relaciona-se com comunidades de prática. Muitas vezes, as comunidades de prática são criadas para dar resposta a uma necessidade imediata, seja no contexto de um projeto investigação, de um projeto de intervenção, ou de um projeto contratualizado, extinguindo-se quando o projeto termina. As comunidades de prática, que integram intervenientes com diferentes características e saberes distintos, também são um bom meio de interligação entre a prática e a investigação e, por isso, será desejável que continuem além da conclusão dos projetos. Estas comunidades proporcionam contextos de aprendizagem riquíssimos, possibilitam a partilha de conhecimento entre os vários intervenientes e a construção de saberes em conjunto. A qualidade da educação científica depende da estreita ligação entre a investigação e a prática.

Questão complementar: Dentro das comunidades de práticas, de que falou bastante, poderá haver momentos em que os professores assumam o papel de investigadores e os investigadores se aproximem muito do papel do professor. Como lidam com este jogo de papéis? Deixam que as fronteiras se diluam, ou ao contrário, preservam-nas? Há momentos em que a diluição de papéis é importante? Qual é o seu entendimento e qual é a sua experiência sobre esta questão?

Começo pela experiência. Fez uma pergunta sobre a qual temos vindo a discutir e a refletir dentro da equipa. Nos últimos tempos temos trabalhado no projeto coletivo "Estudos de Aula", centrados na formação inicial e continua de professores de física e química. Esse modelo de formação é estruturado em fases, envolve diferentes intervenientes e, portanto, não deixamos de ser uma comunidade de aprendizagem. Envolve professores dos ensinos básico e secundário, professores do ensino superior e temos procurado perceber: qual é o nosso papel e qual é o papel dos vários intervenientes durante um estudo de aula? Neste momento, estamos a trabalhar essa questão.

Um estudo de aula começa com a fase do estudo preparatório, na qual se aprofunda um tópico e o seu ensino, a partir de uma questão que emerge da prática e é pensada em conjunto com os professores dos ensinos básico e secundário. A própria experiência do estudo de aula

envolve um trabalho de cariz investigativo dos professores do ensino básico e secundário com as suas turmas. No início do estudo de aula, na fase do estudo preparatório, é usual ser o professor da universidade a propor os textos a discutir, por exemplo para sobre representações ou o *inquiry*, e, nesta fase, o professor traz a experiência da prática. Contudo, na fase da aula de investigação e reflexão pós-aula, podemos inverter os papéis: o professor dá a sua aula, os outros professores do grupo observam a aula e recolhem dados dos alunos e, na fase da reflexão pós-aula, analisam e discutem os resultados ou os dados das suas observações, em conjunto com os investigadores. Há conhecimentos que, de facto, são especializados e que são diferentes. O professor tem um conhecimento da sala de aula, dos seus alunos, do seu contexto. Há um conhecimento da investigação por parte dos investigadores sobre a tipologia de atividades, etc. Estes conhecimentos interligam-se e, em certos momentos, estas fronteiras ficam esbatidas, nomeadamente porque o estudo de aula permite um olhar do professor para os dados recolhidos dos alunos. A experiência mostra-nos que, no estudo de aula, o professor traz *inputs* que ele próprio analisa e traz as suas reflexões que vão muito mais além de reflexão habitual da aula correu bem ou correu mal. Por exemplo, o professor reflete sobre os processos de raciocínio do aluno, as estratégias usadas, as suas dificuldades, etc. Nesta formação baseada na prática, há, de facto, um primeiro *input* que é mais de investigação. Esse *input*, num determinado momento, entrecruza-se com as experiências que os professores trazem da sala de aula. A seguir, decorre um trabalho conjunto e o professor é único na forma como leva o resultado desse trabalho para a sala de aula e traz conhecimento da sala de aula para a formação, a partir dos dados que recolhe e da sua análise.

3. AS RESPOSTAS DE ANA EDITE CUNHA, PROFESSORA – CENTRAR A INVESTIGAÇÃO NAS PRÁTICAS ENSINO

3.1 Acesso investigação

Acedo à investigação em Educação em Ciências através da leitura de artigos e de livros. A minha formação é pós-graduada (doutoramento) e foi através desta formação que tive um desenvolvimento profissional mais acentuado. Fiz e faço parte de algumas equipas com investigadores para organização de eventos e projetos, etc.

3.2 Colocar em prática resultados da investigação

Já tentei por em prática mais do que um resultado da investigação. Por exemplo, a produção de práticas epistémicas e o envolvimento produtivo dos alunos. Tentei implementar colocando tarefas aos alunos. Essas tarefas têm de ser tarefas desafio. Utilizei muitas vezes fichas experimentais semi orientadas (um pouco abertas).

Colocava a tarefa aos alunos em grupo e esperava que eles a resolvessem sozinhos. Se eles não conseguirem resolver o Professor questiona os alunos de forma a fazê-los pensar no assunto e que cheguem à resposta ou à resolução da tarefa. Também os incentiva a pesquisarem nos manuais, na internet ou em livros de forma a que encontrem ajuda para responderem e resolverem a tarefa colocada. Também houve cuidado na formulação de tarefas e reflexão do professor, que o levou a testar algumas ideias.

Na prática docente houve a tendência de atomizar o trabalho dos alunos aumentando o número de tarefas específicas subsidiárias da tarefa inicial. A introdução mais seletiva de artefactos ou representações visuais, bem como mostrar como funciona, foi um novo ingrediente da linha de base da mediação do professor para aumentar a sua intencionalidade epistémica.

Outro fator que teve influência na melhoria das práticas de ensino foi apoiar o envolvimento e esforço dos alunos nas suas tarefas e acolher diferentes estilos de aprendizagem, procurando efetivar um clima de sala de aula facilitador de interações entre estudantes e entre estes e o professor.

3.3 Onde deveria estar o foco da investigação em Educação em Ciência

A formação de professores construída dentro da profissão permitindo experienciar métodos, materiais, situações e objetos de forma a potenciar uma reflexão potenciadora de uma transformação deliberada de saberes e práticas.

Investigar as próprias práticas de ensino tem associado limitações e vantagens. As limitações decorrem da dificuldade de um investigador não se distanciar de si próprio e se poder observar como alguém que está de fora. As vantagens estão relacionadas com a criação de uma dinâmica que conduz à implementação de instrumentos de recolha de dados com determinados fins específicos, à utilização de narrações multimodais (Lopes et al. 2014), à presença crítica e reflexiva de investigadores durante as diferentes fases da abordagem curricular, e ainda a reflexões com *critical friends* (Lopes & Cunha, 2017).

3.4 Investigação sobre as minhas próprias práticas pedagógicas

Como professor-investigador estive envolvida não só no desenho das modificações, mas também na sua prática efetiva, fui fazendo reflexões acerca da perceção a nível de uma análise macro (do desenho curricular), meso (das tarefas) e micro (da mediação efetivada em sala de aula). Estas reflexões permitiram ir modificando o desenho das tarefas, no intuito de melhorar a sua eficácia tanto durante a intervenção, como propostas para modificações futuras.

O professor também teve o especial cuidado de melhorar a sua formação com congressos, projetos de investigação, os resultados mostraram que o professor aumentou o seu esforço relacionado com intenções epistémicas, a saber: (a) mais eficazes na introdução e utilização de artefactos (induzindo a utilização pelos alunos mais frequentemente), (b) mais esforço para valorizar e tornar explícito epistemologicamente o trabalho dos alunos.

A inclusão, de forma progressiva e cumulativa, dos esforços de professores "usar artefactos e representações visuais", "tornar explícito epistemologicamente" e "valorizar epistemologicamente", por esta ordem, aumentam drasticamente práticas epistémicas dos alunos em termos de frequência, diversidade e equilíbrio de níveis epistémicos (Lopes & Cunha, 2017).

4. AS RESPOSTAS DE JOSÉ LUÍS ARAÚJO, INVESTIGADOR – CRIAR MAIS CANAIS DE COMUNICAÇÃO E ESPAÇOS DE *CO-WORKING* PARA PROFESSORES E INVESTIGADORES

4.1 Acesso às práticas de ensino

Tendo eu também habilitação para a docência, partilhei uma parte do meu percurso académico com outros futuros professores de Física e de Química com os quais mantenho, ainda hoje, um contacto regular. Nesse contacto, acaba por haver uma partilha e debate de questões relacionadas ao dia a dia escolar e de novas ideias e projetos relacionados com as práticas de ensino da Física e da Química. Já o meu papel como investigador na área da Educação em Química permite-me colaborar na formação inicial e contínua de professores (como, por exemplo, o projeto “ExperimentaCiência” (Ferreira et al., 2021)), havendo sempre uma partilha de duplo sentido, comigo a aprender com eles também o que de diferenciador é feito em sala de aula.

No entanto, é através da participação regular nos principais encontros nacionais e internacionais de ensino e divulgação das ciências, nos quais também participam professores dos diferentes níveis de ensino, através da pesquisa de novas dinâmicas pedagógicas e investigações que vão sendo publicadas em revistas da especialidade e do papel que desempenho enquanto revisor de artigos científicos na área da Educação em Química que vou estando atualizado face a novas práticas de ensino e que, de certa forma, acabam também por inspirar as investigações realizadas.

4.2 Respostas da investigação às demandas dos professores

Em nenhuma das minhas investigações em Educação em Química, a iniciativa partiu dos professores. Primeiro, porque a nossa rede de contactos com os professores é, apesar de tudo limitada, – seria interessante a existência de um canal formal de comunicação que permita estabelecer estas parcerias entres a Universidade e a comunidade escolar de forma fácil e eficaz – e, segundo, porque os professores relatam, com muita frequência que se encontram sobrecarregados de trabalho e que os currículos das disciplinas são extensos e, portanto, não mostram disponibilidade para se envolverem ou para disponibilizarem as suas aulas para serem conduzidas investigações.

Ao longo do meu percurso profissional, já desenvolvi alguns projetos de investigação relacionados com o ensino das ciências nos quais os professores tiveram um papel ativo e relevante na sua concretização. Por exemplo, desenvolvi um projeto de relevância para a sociedade relacionado com a monitorização da qualidade das águas costeiras e com a sua poluição por plásticos e microplásticos, em que vários professores, de várias escolas e de diferentes anos de escolaridade participaram com os seus alunos (Araújo, Morais, & Paiva, 2021; 2022). Neste projeto, os professores, para além de monitorizarem a implementação do projeto em sala de aula, participaram no desenvolvimento e validação dos recursos educativos criados para o projeto (Araújo, Morais, & Paiva, 2020). Atualmente, encontro-me envolvido no projeto STEM CHEM cujo principal objetivo é introduzir uma abordagem de ensino STEM nas práticas laboratoriais de química do ensino básico e do ensino secundário, no qual estão também envolvidas várias turmas de diferentes escolas.

4.3 Como a prática profissional poderia beneficiar de forma mais proveitosa da investigação disponível

Em geral, os resultados da investigação em ensino das ciências encontram-se muito distantes da maioria dos professores de ciências no ativo que deixaram de ouvir falar em novas estratégias e abordagens de ensino no momento em que terminaram a sua formação profissional inicial. É importante que os professores conheçam e saibam como implementar, por exemplo, metodologias de ensino ativas como o *Inquiry-Based Science Education* (Morais, Ferreira, & Araújo, 2021) e as abordagens STEM – nas quais temos focado a nossa investigação recente – para promoverem a qualidade do ensino das ciências.

Mas como é que se pode contrariar esta tendência? Os encontros científicos são um excelente momento de partilha e de aprendizagem, mas têm custos associados que têm de ser suportados pelos professores. De igual modo, também as ações de formação contínua de professores têm um custo, que por vezes é muito elevado, e que muitos professores, por muito interesse que tivessem em frequentar, não teriam condições de suportar os custos associados. É, portanto, urgente mudar este paradigma e promover a aproximação entre a investigação em Educação e os seu verdadeiro público-alvo, isto é, professores e alunos. Na minha opinião, o início dessa mudança teria de passar, num primeiro momento, por repensar de que forma os custos das formações de professores podem ser cobertos sem que sejam os próprios professores a suportar os custos inerentes à sua atualização profissional. Adicionalmente, considero também que a criação de espaços de partilha entre professores e investigadores, como, por exemplo, sessões de formação de curta duração muito focadas nas necessidades dos professores, que não condicionem significativamente o trabalho que têm de levar a cabo no seu dia a dia, poderia ser uma forma de ultrapassar esses constrangimentos. Ressalvo aqui a ideia de “muito focadas nas necessidades dos professores” pois este é um aspeto muito importante para o envolvimento dos professores em investigações e/ou formações. Para isso, voltamos à questão do “canal formal de comunicação” para que os professores sejam auscultados com regularidade e as novas investigações tenham maior envolvimento por parte da comunidade escolar.

4.4 Como a prática profissional poderia beneficiar de forma mais proveitosa da investigação disponível

A melhoria das práticas de ensino das ciências passa sempre pela qualidade da formação, seja ela inicial ou contínua, dos professores. Como tal, essa responsabilidade passa, em larga escala, pelas instituições de ensino superior. Neste sentido, as instituições de ensino superior podem mobilizar os seus recursos humanos e materiais para promover pequenas ações de formação gratuitas inseridas, por exemplo, nos projetos de investigação em ensino e criar espaços de *co-working* para professores e investigadores de forma a criar uma sintonia entre os projetos de investigação e as práticas de ensino do dia a dia dos professores. A criação de espaços dedicados ao ensino e à divulgação das ciências dentro das instituições é também uma forma eficaz de estreitar laços entre as instituições de ensino superior e as escolas.

O estabelecimento de parcerias com os meios de governação locais poderia ser um veículo para um eventual financiamento de projetos de investigação e de formação de professores que potenciem a qualidade do ensino formal das ciências das respetivas comunidades escolares, bem como a promoção da literacia científica das comunidades locais através da divulgação científica e de estratégias de ensino não-formal das ciências.

Sendo as redes sociais uma presença constante na vida de grande parte da população, seria também interessante aproveitar as diferentes oportunidades que estas plataformas proporcionam para potenciar uma melhor comunicação entre investigadores e professores no que diz respeito à partilha de experiências e divulgação de ideias e projetos de investigação.

5. AS RESPOSTAS DE HUGO VIEIRA, PROFESSOR – INVESTIGAR PRÁTICAS QUE ATRAIAM E FOMENTEM A PARTICIPAÇÃO ATIVA DOS ALUNOS E REFLETIR SOBRE ESSAS PRÁTICAS

5.1 Acesso investigação

A tomada de conhecimento e acompanhamento da investigação em ciências foi inicialmente fomentada pelo Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Se bem que, diga-se, a própria procura deste mestrado teve essa mesma finalidade. Na altura já dava aulas e formações várias com habilitação própria. Procurava não só qualificar-me como também tomar contacto com pedagogias e práticas didáticas eficazes consolidadas ou inovadoras, que me ajudassem a melhorar enquanto professor. Com o fim do mestrado, surgiu o convite para me candidatar ao programa de doutoramento em Ensino e Divulgação das Ciências da mesma faculdade. Era algo que no momento não tinha em mente. Contudo, a curiosidade despertada e aguçada pelo mestrado para questões de Educação em Ciências impulsionou-me para uma formação avançada na área. Não era um passo fácil, pois teria de o fazer trabalhando em simultâneo. As perspetivas de obter uma bolsa eram baixas. Apesar dessa vicissitude, avancei.

O doutoramento foi pessoalmente enriquecedor e relevante no que concerne ao aprofundamento do conhecimento de resultados da investigação em Educação em Ciências históricos e atuais, como também das práticas metodológicas investigativas usadas para os alcançar. Mais, o contacto com artigos e livros da especialidade tornou-se inevitável como fontes desse conhecimento, por meio de investigações teóricas e empíricas levadas a cabo. Desde então, vou tentando estar atento ao que as revistas e investigadores de referência vão publicando. É importante não só para me manter atualizado sobre a temática em questão, assim como para o meu trabalho como investigador. Atualmente, para além de ser professor, integro uma equipa de investigação do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto (CIQUP), situado no seu Departamento de Química e Bioquímica. Dentre os cinco grupos de investigação que compõem a unidade de investigação CIQUP, aquele na qual se enquadra as investigações que tenho vindo a desenvolver designa-se por “RG5 – Educação, Comunicação de Ciência e Sociedade”.

5.2 Colocar em prática resultados da investigação

A título de exemplo, irei descrever uma das minhas primeiras tentativas de implementação prática de contribuições de resultados da investigação. No meu mestrado em ensino tomei contacto com a implementação prática do projeto Europeu PROFILES, em Portugal, os módulos *inquiry*. O PROFILES era um projeto que visava promover um ensino com base no *Inquiry-Based Science Education*, com o objetivo de aumentar a eficácia dos professores a maximizar a literacia científica dos alunos. Os módulos *inquiry* consistiam em recursos educativos que pretendiam contribuir para a abordagem das ciências por meio de problemas sociais e éticos, decorrentes da adaptação dos módulos PARSEL – projeto antecessor do PROFILES – ao currículo

nacional, com o incremento do trabalho experimental, uso de *software* educativo e explorações oportunas da história da ciência. A filosofia *inquiry*, da qual *John Dewey* foi pioneiro, impactou-me. Apresentava-se como alternativa ao ensino tradicional de memorização: a promoção de um ensino de ciências através da construção do conhecimento do mundo natural emergente do questionamento, descoberta, participação ativa e compreensão dos alunos, fundada na satisfação de curiosidades suas sobre o mesmo. A dada altura tinha de trabalhar com alunos os fatores que alteram o estado de um equilíbrio químico e o princípio de *Le Châtelier*. Elaborei um módulo *inquiry* para abordar esses conteúdos, constituído por três cenários: 1) Por que é que a presença de gás nos refrigerantes não é duradoura?; 2) Como interpretar a alteração observada na cor do “galo do tempo”?; 3) Será a química importante para a viabilidade económica da indústria?. Realizou-se um *brainstorming* na tentativa de identificar respostas para esses cenários. Com a necessidade de conhecimento adicional, os alunos foram conduzidos para a investigação em grupo dos efeitos que a alteração da pressão, concentração, ou temperatura sobre um sistema químico em equilíbrio, por meio da exploração autónoma do *software* “*Le Chat*” acompanhado de um roteiro e para execução experimental relativa ao segundo cenário. Depois de resolvidas as duas primeiras questões-problema, debateu-se a apresentação das conclusões dos vários grupos de alunos constituídos referente ao cenário remanescente, efetuada com base nos conhecimentos adquiridos e documento fornecido. Foram ainda construídos *posters* pelos alunos para partilhar os resultados da investigação com a comunidade escolar (Vieira et al., 2014). Esta dinâmica trouxe benefícios para os alunos. Contudo, reconhece-se que esta consome tempo de aula e dos alunos consideráveis. Tal poderá ser contornado por uma gestão criteriosa antecipada das dinâmicas de ensino utilizadas na globalidade, em virtude do tipo de conteúdos/aprendizagens definidos por lei e das aulas previstas para o ano letivo.

5.3 Onde deveria estar o foco da investigação em educação em ciência

É dito que os alunos falham para com as ciências. No entanto, talvez seja a Educação em Ciências que falha para com os alunos. Por um lado, não devem ser “dadas” aos alunos. Deve-se, preferencialmente, deixar fazer ciência. Por outro, falham porque não suscita o seu interesse. Apesar de ser o aluno que decide se se envolve na aprendizagem de ciências, o seu afeto para com as ciências (emoções, interesse, atitude, motivação) pode ser condicionado pelo ensino. Por exemplo, usar o seu afeto por outros assuntos. “Se Maomé não vai à montanha, a montanha vai a Maomé”. Foi o que se procurou fazer com a música e com o livro “Química ao pé da letra” do qual sou coautor (Paiva et al., 2021). Tem de se continuar a investigar dinâmicas que atraiam e fomentem a participação ativa dos alunos. Pode ser considerado trivial, mas é algo intrínseco à educação em ciências.

5.4 Investigação sobre as minhas próprias práticas pedagógicas

Numa das instituições onde trabalhei, coordenei um projeto numa das edições do projeto Ciência na Escola da Fundação Ilídio Pinho: “Química verde robótica”. Uma parte do projeto visava a promoção do conhecimento dos alunos dos conceitos de química verde e robótica, a reflexão de como a ciência e a tecnologia poderiam ajudar à sustentabilidade da Terra, contribuir para enriquecer a cultura científica e tecnológica de uma comunidade, o desenvolvimento das capacidades dos alunos operar com recursos media digitais, e de investigação, divulgação e comunicação de ciência. O recurso usado foi uma WebQuest (<https://hugovieira.fcup.wixsite.com/quimicaverdewebquest>).

Numa das suas etapas foi solicitado aos alunos para analisar e avaliar a atividade e a forma como esta correu. De uma forma mais estruturada, conduzi investigações, por exemplo, sobre a utilização de analogias entre a química e a música para ensinar conceitos químicos a alunos que frequentavam o ensino especializado de música. Uma associada ao ensino dos estados físicos da matéria (Vieira & Morais, 2021) e outra ao modelo quântico do átomo (Vieira & Morais, 2022).

A realização de investigações sobre as próprias práticas pedagógicas constituiu-se uma forma de reflexão mais sustentada sobre as metodologias de ensino e recursos educativos escolhidos e sua operacionalização. Ajudaram-me a tornar-me um professor mais eficaz. É uma espécie de seleção natural acelerada das minhas práticas pedagógicas. As mais aptas são selecionadas e sobrevivem. As outras são descartadas ou otimizadas, se for vantajoso fazê-lo. As dos exemplos descritos sobreviveram! Independentemente de fazer ou não investigação, o espírito reflexivo está sempre presente durante e/ou após as aulas. A reflexão é uma característica de todo bom ensino. De acrescentar que investigação relativa à própria preparação da prática pedagógica tem ajudado a ser mais competente. Permitiu-me aprofundar conhecimentos sobre os conteúdos, como por exemplo, subtilezas do seu ensino, conceções alternativas e erróneas dos alunos, aspetos históricos e diferentes propostas didáticas da sua abordagem, ou áreas, como a robótica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os editores agradecem a disponibilidade dos entrevistados para refletirem e darem a sua visão sobre uma problemática cada vez mais premente a da articulação entre a investigação e as práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Do conjunto das quatro entrevistas destaca-se:

- A importância das direções das escolas, lideranças intermédias, os coordenadores dos departamentos, diretores de turma, estarem a par das relações e inter-relações entre a escola e a universidade e apoiarem a componente da investigação ir à escola e a da escola ir à investigação. Este envolvimento cria do ponto de vista da escola a possibilidade de maior envolvimento dos professores.
- A comunicação no seio da escola e no seio da própria comunidade profissional é algo que é extremamente importante. Pode no fundo tornar mais proveitosa a investigação que está disponível a partir do que foi desenvolvido na escola.
- As comunidades de prática são um dos meios que poderia ajudar a beneficiar a interligação entre a escola, a prática profissional e a própria investigação.
- A importância de investigar as próprias práticas que conduz a dinâmicas de interação com investigadores e colegas.
- A formação de professores construída dentro da profissão como forma de experienciar métodos, materiais, situações e objetos de forma a promover uma reflexão potenciadora de uma transformação deliberativa de saberes e práticas.
- A necessidade de reforçar os “canais formais de comunicação” para que os professores sejam auscultados com regularidade e as novas investigações tenham maior envolvimento por parte da comunidade escolar.

- A pertinência de criar espaços de partilha entre professores e investigadores, pois este é um aspeto muito importante para o envolvimento dos professores em investigações e/ou formações.
- A crucialidade de se continuar a investigar dinâmicas que atraiam e fomentem a participação ativa dos alunos no âmbito da Educação em Ciências.
- O reconhecimento de que a realização de investigações sobre as próprias práticas pedagógicas se constituiu como uma forma de reflexão mais sustentada sobre as metodologias de ensino e recursos educativos escolhidos e sua operacionalização.

Embora todos reconheçamos que muito poderá ser feito para melhor articular a investigação e as práticas profissionais, em prol da educação científica de qualidade, os testemunhos de investigadores e professores aqui apresentados espelham bem a simbiose de aliar investigação e práticas de ensino.

Um aspeto crucial da articulação entre a investigação e a prática profissional é a formação doutoral de professores no terreno com conhecimento e competências de investigação de modo a permitir um maior impacto nas práticas de ensino em outros professores. Claro que isto levanta a questão das políticas públicas não valorizarem de facto o papel de professores doutores a trabalharem nas escolas do ensino Básico e Secundário.

As novas exigências políticas, económicas e sociais obrigam os professores e investigadores na área da Educação em Ciências, enquanto agentes essenciais para a igualdade e inclusão educacional, a ter atenção a alguns desafios fundamentais, tais como: as diversas formas de aprendizagem; a grande diversidade de alunos; a evolução da tecnologia e as suas potencialidades pedagógicas; e o desenvolvimento de competências dos alunos para o século XXI. Para corresponder a estes desafios, os professores em conjunto com os investigadores precisam de ser especialistas com competências que baseiam a sua ação numa base integrada, atualizada e informada pela investigação e pela prática (Ulferts, 2021).

REFERÊNCIAS

- Araújo, J. L., Morais, C. & Paiva, J. C. (2020). Developing and Implementing a Low-Cost, Portable Pedagogical Kit to Foster Students' Water Quality Awareness and Engagement by Sampling Coastal Waters and Analyzing Physicochemical Properties. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3697-3701. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00333>
- Araújo, J. L., Morais, C. & Paiva, J. C. (2021). Students' attitudes towards science: The contribution of a citizen science project for monitoring coastal water quality and (micro)plastics. *Journal of Baltic Science Education*, 20(6), 881-893. DOI: <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.881>
- Araújo, J. L., Morais, C. & Paiva, J. C. (2022). Student participation in a coastal water quality citizen science project and its contribution to the conceptual and procedural learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 23, 100-112. DOI: <https://doi.org/10.1039/d1rp00190f>
- Conceição, T., Baptista, M., & da Ponte, J. P. (2019). Lesson study as a trigger for preservice physics and chemistry teachers' learning about inquiry tasks and classroom communication. *International Journal for Lesson and Learning Studies*.
- Conceição, T., Baptista, M., & Ponte, J. P. (2021). Lesson Study as a Means to Change Secondary Preservice Physics Teachers' Practice in the Use of Multiple Representations in Teaching. *Education Sciences*, 11(12), 791.

- 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.
- Lopes, J. B., & Cunha, A. E. (2017). Self-directed professional development to improve effective teaching: Key points for a model. *Teaching and Teacher Education*, 68, 262-274.
- Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Santos, C. A., Cunha, A., Pinto, A., ... & Branco, M. J. (2014). Constructing and using multimodal narratives to research in science education: contributions based on practical classroom. *Research in Science Education*, 44(3), 415-438.
- Morais, C., Ferreira, A. & Araújo, J. L. (2021). Qualitative polymer analysis lab through inquiry-based. *Educación Química*, 32(1), 85-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75770>
- Paiva, J. C., Morais, C., Soares, M., Araújo, J. L., Vieira, H., & Moreira, L. (2021). *Química ao pé da letra*. U.Porto Press.
- Ponte, J. P. D., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2018). Fitting lesson study to the Portuguese context. In *Mathematics lesson study around the World* (pp. 87-103). Springer, Cham.
- Ulferts, H. (Ed.). (2021). *Teaching as a knowledge profession: Studying pedagogical knowledge across education systems*. OCDE. <https://doi.org/10.1787/e823ef6e-en>.
- Vieira, H., & Morais, C. (2021). Bridging music and chemistry: A marching band analogy to teach kinetic-molecular theory. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 729-735. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00864>
- Vieira, H., & Morais, C. (2022). Musical analogies to teach middle school students topics of the quantum model of the atom. *Journal of Chemical Education*, 99(8), 2972-2980. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00289>
- Vieira, H., Morais, C., & Paiva, J. (2014). Dinâmicas de inquiry no estudo de perturbações a um estado de equilíbrio químico. *Química Nova*, 37(9), 1573-1578. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140215>

**EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E AMBIENTE ENTRE O PASSADO E O PRESENTE: DEBATES
A PARTIR DE UMA PESQUISA HISTORIOGRÁFICA**

EDUCATION IN SCIENCE AND ENVIRONMENT BETWEEN THE PAST AND THE PRESENT: DEBATES
BASED ON HISTORIGRAPHICAL RESEARCH

LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y EL MEDIO AMBIENTE ENTRE EL PASADO Y EL PRESENTE: DEBATES
A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA

Roberth De-Carvalho¹, Marinilde Tadeu Karat², Dionia Eli Dorneles³ & Patrícia Montanari Giraldi³

¹ Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil
orientador.roberth@gmail.com

² Instituto Estadual de Educação, Brasil
mtkarat@gmail.com

³ Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
di.dorneles@hotmail.com
patriciamgiraldi@gmail.com

RESUMO | O texto é fruto de um debate ocorrido na forma de uma mesa redonda online. Parte de um artigo selecionado como (pre)texto para análises sobre processos educativos e o papel da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Trata sobre as inter-relações entre sujeito, ambiente e ciência. A partir de historiografias que abordam sobre pestes ao longo do tempo, busca compreender as inferências sobre o imaginário acerca de ambientes, e como tais compreensões influenciam os processos de ensino de ciências. Trata sobre os possíveis aprendizados que o olhar entre passado e presente podem trazer para pensarmos outras perspectivas de ensino. Temas como a dicotomia entre humanos e natureza, o apagamento de humanos no ensino sobre ambiente, as relações entre pobreza, doenças e saúde pública foram foco das discussões. O encontro entre investigadores e profissionais da educação é o espaço privilegiado para a produção de conhecimentos que emergem de distintas leituras.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em ciências, Ensino sobre ambiente, Relações humanos e natureza.

ABSTRACT | The text results from a debate that took place in the form of an online round table, having a selected article as a starting point. Educational processes and the role of Education in Science, Mathematics and Technology are discussed. It deals with the interrelationships between subject, environment and science. Based on historiographies that address the plagues over time, it seeks to understand the inferences about the imaginary about environments and how such understandings influence the science teaching processes. It relates past and present in the search for other teaching perspectives. Topics such as the dichotomy between human beings and nature, the erasure of human beings in teaching about the environment, the relationship between poverty, disease and public health were the focus of discussions. The meeting between researchers and education professionals is the privileged space for the production of knowledge that emerges from different readings.

KEYWORDS: Science education, Teaching about the environment, Human relations and nature.

RESUMEN | El texto resulta de un debate que tuvo lugar en forma de mesa redonda online, teniendo como punto de partida un artículo seleccionado. Se discuten los procesos educativos y el papel de la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología. Se ocupa de las interrelaciones entre humanos, entorno y ciencia. A partir de historiografías que abordan las plagas a lo largo del tiempo, comprende las inferencias sobre los imaginarios de ambientes y cómo tales comprensiones influyen en la enseñanza de las ciencias. Relaciona pasado y presente en la búsqueda de otras perspectivas didácticas. Temas como la dicotomía entre el ser humano y la naturaleza, la supresión de ser humano en la enseñanza del medio ambiente, la relación entre pobreza, enfermedad y salud pública fueron el centro de las discusiones. El encuentro entre investigadores y maestros es el espacio privilegiado para la producción de conocimiento que emerge de diferentes lecturas.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las ciencias, Enseñanza del medio ambiente, Las relaciones humanas y la naturaleza.

1. INTRODUÇÃO

Esta Secção 3 da APEDUC Revista tem por objetivo fomentar o debate entre investigadores e educadores, acerca de temáticas pertinentes à Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Neste número, partimos de um artigo de investigação publicado em um periódico brasileiro. O artigo selecionado para o debate serve como pretexto para análises sobre processos educativos e o papel da Educação em Ciências em um mundo pós pandemia. Nos interessa, sobretudo, debater os possíveis aprendizados que o olhar entre passado e presente podem trazer para pensarmos outras perspectivas de ensino. O encontro entre investigadores e profissionais da educação é o espaço privilegiado para a produção de conhecimentos que emergem de distintas leituras.

A dinâmica de construção deste texto incluiu a seleção de um artigo publicado em periódico brasileiro, a organização de uma mesa redonda online onde foi possível a construção de um debate entre investigador e docentes convidadas e a construção propriamente do texto a partir dos diálogos realizados. O artigo que instigou o debate e que se caracteriza como o (pre)texto de nossa conversa é intitulado “Pestes constituindo ambientes: sentidos da periferia sul global” de autoria de Roberth De-Carvalho (De-Carvalho, 2021) e que trata sobre as inter-relações entre sujeito, ambiente e tecnociência. A partir de historiografias que abordam sobre pestes ao longo da história, o autor busca compreender as inferências sobre o imaginário acerca de ambientes, e como tais eventos promoveram e têm promovido vigilâncias epidemiológica e epistemológica, influenciando os processos de ensino de ciências. Participaram da mesa, além do autor do texto escolhido, duas professoras (2ª e 3ª autoras deste texto), Dra. Marinilde Tadeu Karat, Me. Dionia Eli Dorneles e uma editora da APEDUC Revista, Patricia M Giraldi. Para realização do debate foram elencadas algumas questões orientadoras que serão apresentadas ao longo do texto.

Compreendemos que o tema abordado no artigo é de grande relevância para o contexto atual, visto que as condições efetivas nas quais se deu o processo pandêmico são atravessadas pelas relações entre humanos e natureza. Destaca-se do artigo que essas relações são frutos de construções históricas que por sua vez, estão relacionadas com os modos como os humanos construíram sua separação do ambiente natural. Baseados em perspectivas utilitaristas de meio ambiente, compreendendo a natureza enquanto um recurso a ser explorado, se promove o apagamento do humano nas discussões ambientais, o que em última instância impacta fortemente os processos de ensino e as concepções sobre natureza, ambiente, preservação ambiental, ciência, que serão produzidas a partir de processos de ensino.

O texto é estruturado de modo a preservar o máximo possível o diálogo realizado, bem como as intervenções dos participantes.

1.1 O texto (pre)texto

Roberth De-Carvalho. Bom dia a todas. Inicialmente gostaria de pontuar que quando pensei nesse texto eu primeiramente me posicionei como um homem negro, que habita nessa periferia do mundo, que é Latino Americano e também suscetível a esse processo de desigualdades e diferenças que sofremos cotidianamente. A perspectiva de discussão do texto trata dessas relações que hoje se estabelecem em um mundo que impõe muitas barreiras para as pessoas que têm menos acesso às instituições e até à participação democrática. Nesse

processo de discussão tenho pensado, juntamente com outros autores, aos próprios sentidos cidadania (Pinheiro, et al, 2021) e com isso tentado estabelecer uma compreensão sobre quais os possíveis diálogos entre aqueles que sofrem dessa invisibilização e a tecnociência. Tenho interesse em questionar como que nós educadores em ciências, em face dos desafios que têm sido colocados socialmente, operamos com os sentidos sobre ciências, ambiente, saúde, entre outros. Para isso tenho trabalhado com a Análise de Discurso de vertente Franco Brasileira, especialmente com Eni Orlandi, e trabalhos de Michel Pêcheux que é o seu principal idealizador. O estado pandêmico recente nos instigou a discussões sobre como ambientes, humanos e não-humanos, vêm se constituindo, a partir de eventos com pestes. O grande objetivo dessa produção textual é trabalhar com excertos de textos historiográfico que traduziram através da discussão sobre febre tifoide, da peste bubônica e da malária, como populações mais subalternizadas sofreram o efeito dessas epidemias e de que forma, a partir disso, podemos construir sentidos em um viés mais crítico sobre de quê ambiente falamos nas aulas de ciências. Vale destacar que em nossa compreensão esses ambientes são espaços políticos, ideológicos, que se querem democráticos e contribuam para a cidadania. Essas discussões aparecem como pautas importantes na educação científica e tecnológica em suas diversas dimensões como: a formação de pesquisadores e professores, na pesquisa em Educação Ambiental, para políticas institucionais, para a construção de estudos sobre 'sustentabilidade' e capacidade suporte ambiental (carrying capacity), nos debates sobre o efeito estufa e na necessidade de diminuição de emissões, em fóruns ambientais, nas legislações, nas políticas de proteção à terra e ainda, na própria Agenda 2030, quanto aos Objetivos da Organização das Nações Unidas (ONU), para o desenvolvimento sustentável (ODS).

Noutro texto (De-Carvalho & Ferreira, 2022) discutimos, olhando para a historiografia, uma ideia de cíclico retorno do caos, um caos que não é apenas filosófico, mas que é um caos vivo empírico mesmo que estamos vivenciando. Olhando para os excertos desse trabalho anterior percebi algumas regularidades que são justamente relacionadas à ideia de ambientes e quem habita esses espaços. Ou seja, olhar o ambiente não em um sentido comumente encontrado na educação em ciências e até em materiais didáticos, como sinônimo de ambiente natural que separa humanos e natureza, mas pensar o ambiente habitado por sujeitos muitas vezes tornados invisíveis. Identifiquei regularidade tanto na Europa quanto aqui do sul da América, nas regiões da África e no próprio Oriente no que se refere à quais populações estavam mais expostas às pestes, quando as pestes começam a ser um problema de saúde pública. Nesse sentido, esse recorte foi feito pensando num ambiente que não é apenas o ambiente natural, mas impregnado da própria cultura, uma vez que é uma perspectiva construída historicamente que estabelece essa dicotomia entre humanos e natureza.

Patrícia Girdi Obrigada Roberth, pela explanação dos aspectos gerais do texto. Para que possamos explorar mais elementos e fomentar nosso debate pontuaremos algumas questões trazidas pelas professoras e que foram suscitadas pela leitura do texto.

2. AMBIENTE E SUAS DIFERENTES COMPREENSÕES: O LUGAR DO ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1 Ensino sobre ambiente povoado de humanidades

Dionia Eli Dorneles Obrigada Roberth pela introdução, a leitura do texto trouxe elementos bem importantes para pensarmos práticas de educação em ciências que estejam comprometidas com a produção de outros olhares sobre meio ambiente, percebemos que é um texto tecido a partir de muita reflexão não produzidas a partir de estudos teóricos, mas também a partir da tua própria prática docente. Ao te ler, pensei muito sobre o ensino de ciências, eu como educadora de ciências fiquei traçando paralelos desse texto com a minha realidade, com o que eu ensino, com o que está no livro didático e com as minhas práticas. Compreendi, a partir desse texto, que o ensino de ciências ele está muito centrado nessa vigilância epidemiológica, quando falamos de ambiente nós estamos sempre focados na segurança sanitária, sempre pensando nessa transmissão, nesse vetor, em quem é que causa isso e pouco focados sobre a humanidade de quem sofre com essas doenças. Entendendo que é preciso ampliar esse debate sobre ambientes, com pestes ou não, tendo como horizonte a humanidade de quem sofre e também o sofrimento do que não é humano nesses ambientes, eu queria que pensássemos um pouquinho sobre as narrativas precisam ser ouvidas e consideradas na educação científica para contribuir com a superação desse reducionismo, especialmente quando se pensa na relação entre ambientes com pestes e doenças e pobreza. Acho que isso é um ponto de partida para pensarmos.

Roberth De-Carvalho Obrigada professora Dionia. Muito interessante essa análise porque se pensarmos hoje como é que é abordado determinada doença ou enfermidades por exemplo no ensino de biologia, há uma preocupação muito grande sobre qual o objeto desse problema, qual a bactéria é o agente etiológico que provoca aquela doença, etc, mas não pensamos inicialmente no sujeito que sofre e na própria forma como é impactado socialmente. Podemos pensar, por exemplo, como essa compreensão de ambientes e humanos impacta o próprio Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil, que é um sistema gratuito que dá acesso a tratamentos de saúde para a população brasileira e que é financiado pelos nossos impostos. O próprio foco dos tratamentos nesse sistema único não é a prevenção de doenças, mas tratamentos para aquilo que já está implantado como problema. Esse pensamento está alinhado com uma perspectiva imediatista, Veja que essa concepção é reflexo da forma como vemos nossa relação com os espaços que ocupamos fisicamente. Seria mais efetivo tratar problemas de saúde pública com soluções que envolvem olhar para o ambiente onde os sujeitos habitam, por exemplo, promovendo políticas de saneamento básico que sabemos que não é uma prioridade em boa parte das cidades brasileiras. Certamente as pessoas que ocupam as periferias são as mais afetadas por certos tipos de enfermidade e isso tem estreita relação com as noções de meio ambiente e saúde construídos socialmente e que, inclusive, orientam as políticas públicas. Há implicada nessa visão hegemônica sobre ambiente uma ideia de progresso e desenvolvimento. Nessa compreensão a natureza é pensada geoeconomicamente por seus recursos: solos, subsolos, mananciais, vegetação, ao mesmo tempo em que segrega parte dos humanos que habitam esses locais. Ao olhar para o passado podemos identificar isso, por exemplo, a partir da invasão de territórios nas Américas, África e Ásia, mas isso também é parte de nosso presente, por exemplo, no modo como os territórios indígenas são vistos no Brasil. Ao abordarmos essa perspectiva de ambiente estamos pautados pelas vulnerabilidades sociais como insegurança alimentar e fome, e também pela discussão dos ecocídios que incluem liberação do uso de agrotóxicos, monoculturas, desmatamento, entre outros.

Pensar o ambiente dessa forma permite que possamos questionar como é que esse debate aparece nos currículos do ensino de ciência? Como é que essas compreensões (e as pestes) são constituídas até mesmo na relação com o próprio espaço escolar? Estamos nos deparando com algumas dessas reflexões dentro da pandemia ou no retorno pós-pandêmico quando somos obrigados a pensar o uso de máscara, a aproximação com outras pessoas e até o lugar do afeto entre crianças e professores. Um autor a quem faço menção no meu texto, Washington Ferreira, traz uma narrativa de algo que aconteceu no Rio Grande do Sul, aqui na região do sul brasileira onde ele começou a observar que as pessoas não estavam mais compartilhando uma prática cultural comum na região, as rodas de chimarrão, devido a presença de algo como uma virose que estava contaminando e matando pessoas de uma comunidade no ano de 2010. O chimarrão é uma bebida de origem indígena e faz parte da cultura de vários povos do sul. Por ser uma bebida compartilhada, o fato relatado por Ferreira, implicou em mudanças nas relações sociais da comunidade observada. Quer dizer, é um exemplo de como nossas práticas cotidianas, corriqueiras, podem ser transformadas por questões ambientais e a partir daí os fatores ambientais contribuíram para a construção de novas práticas culturais. Eu cheguei nisso para dizer principalmente o seguinte, a eliminação do sujeito nesse processo de constituição do ambiente, focar apenas nos agentes etiológicos e nas consequências que esses agentes causam, faz com que nem se perceba um ambiente de uma forma mais integral, mais íntegra, como nos aponta o filósofo Ailton Krenak (Krenak, 2019), o ambiente se parcela, vira um objeto de estudo em que você pega pequenas partes onde só interessa aspectos pontuais, esse ou aquele elemento porque o todo já não é visto. Acho que nações indígenas geralmente pensam essas noções de forma mais ampliada. Nessa perspectiva de uma crítica mesmo, uma crítica severa que fazemos à educação em ciências e é a partir dessa temática das pestes é eu espero que dê margem pensar nas questões do ensino.

2.2 Outras perspectivas para o ensino: aprendizados a partir de um olhar para o passado

Patrícia Giraldi Podemos pensar que se esse conhecimento sobre ambiente é teoricamente e epistemologicamente construído a partir dessa separação, a partir dessa fragmentação, como se constituem nos processos de ensino na escola, no livro didático, no currículo, nos ensinamentos que colocamos em funcionamento? Como o fato de ele aparecer assim, fragmentado, contribui para produzir uma perspectiva de mundo que também é fragmentada que também não é íntegra e quês impactos isso tem na constituição da sociedade de um modo geral, nas escolhas que se vai fazer, na perspectiva que vai se olhar para as questões das doenças, para a questão sanitária, para a questão ambiental, que estão articulados? Podemos pensar essas questões a partir da crítica que você pontua e que são muito importantes.

Marinilde Tadeu Karat Eu quero comentar sobre as questões de ensino. Percebemos que na sala de aula, nos livros didáticos e até mesmo na mídia que o foco é um discurso mais biológico que silencia completamente as questões sociais, que engloba as pessoas, as questões de injustiça social, de racionalização, enfim tudo o que prevalece em um discurso hegemônico sobre ambiente. Por hegemônico entendo aquele discurso que foca na causa da doença, qual é o sintoma, como é feito o tratamento, na profilaxia, ou seja, muito biomédico. Já as ações governamentais se pautam mais nas soluções tecnológicas, nos medicamentos, na vacina e não se aprofundam nas causas. As três doenças que Roberth abordou no artigo tem como parte de sua solução o saneamento básico, o acesso à água potável, fatores que acabam afetando fundamentalmente as pessoas que vivem nas periferias. As desigualdades já existem o que

acontece em casos como os citados no texto e mesmo no caso da pandemia de Covid-19 é o aprofundamento dessas desigualdades. Essa linha abissal que separa dois mundos, um rico e um dos excluídos é muito acentuada nesses momentos históricos. Quando o Roberth pontuou algumas questões das epidemias do passado em que as pessoas que eram responsáveis pela retirada dos cadáveres das ruas, eram pessoas subalternizadas e, portanto, se naturaliza a ideia de que podem ser expostas às epidemias. Hoje no século XXI na pandemia de Covid -19 vivemos algo parecido e pudemos perceber quem são as pessoas que puderam fazer isolamento social, quem pode fazer o isolamento. Quem pode fazer o distanciamento durante a pandemia foi um lado específico linha abissal, enquanto o outro lado, já excluído historicamente, continuou trabalhando, continuou entregando a minha comida, o meu supermercado, continuou fazendo todo o serviço. Então a linha abissal existe e ela continua e me parece que é o que está em comum em todas as epidemias e pandemias, as do passado e agora.

Patrícia Giraldi. Isso que você traz, Marinilde, nos remete a pensar o que podemos aprender olhando para esse passado, para essa perspectiva historiográfica que o Roberth traz no texto. O que podemos aprender a partir daí, que paralelos podemos fazer com o nosso contexto atual? Quais lições para uma educação em ciências comprometida em não repetir os mesmos ciclos de problemas e de exclusões?

Marinilde Tadeu Karat. Se fala também nos imaginários, na constituição dos imaginários durante pandemias, e me levou a indagar: o que fazer para desconstruir esses imaginários reducionistas, como fazer para trabalhar com isso? Eu lembrei de vídeo que vi outro dia em que uma professora que é historiadora faz um trabalho incrível com crianças sobre o que que eles imaginam quando fala em África. O vídeo mostra dois momentos, no começo as crianças só falam em coisas ruins, sobre pobreza, doenças, as pessoas magras, secas e aí depois de todo o trabalho que a professora faz com essas crianças ela faz novamente a pergunta e aparece uma série respostas onde é possível perceber que ampliou o imaginário daquelas crianças sobre África para algo muito mais interessante e diverso. Penso que esse é o papel de escola, o de ampliar os imaginários.

Dionia Eli Dorneles. Eu quero aprofundar essa tua fala, Marinilde, para voltar lá na primeira pergunta que abriu essa conversa que é: quais narrativas precisamos trazer ao ensino de ciências para desconstruir ou para construir novos imaginários sobre o mundo. Tenho pensado muito nisso do ponto de vista de uma educação para direitos humanos, que é muito bonita no papel sobretudo no artigo 27 da nossa Constituição em que se preconiza que todos os seres humanos têm direito a participar livremente do progresso científico e de usufruir dos seus benefícios. Tenho pensado muito nessa ciência como um direito humano que tem que ser efetivado em políticas públicas, na inclusão de vozes de outras pessoas, de outros povos expressarem as suas humanidades, denunciarem violações sobre direitos de suas humanidades, mas também de anunciarem outras humanidades, como o Roberth pontua no texto, uma humanidade que luta para ser. Quando estamos falando de narrativas é isso que estou pensando: quais narrativas outras eu preciso trazer para o meu ensino para que essas outras humanidades, que lutam para ser, também signifique.

Roberth De-Carvalho. Muito importante essa questão de construção e desconstrução de imaginários. O estudante quando chega na escola vem com algo pré-definido, algo pré-estabelecido de que ele vai se sentar na cadeira da escola e vai receber algum tipo de conhecimento, como se ele não trouxesse consigo uma história, como se ele não fosse o sujeito

constitui dentro de uma história, dentro de uma comunidade, dentro de relações começam na família. Ficamos pensando em como lidar com essa diversidade principalmente daqueles que não seguem certos “padrões” étnicos, estéticos, econômicos. Se pensarmos que nessa relação de precauções em relação à essa doença que os sujeitos que são tratados biometricamente, são medidos, uma medição que se sustenta na carência, na vulnerabilidade e isso constitui um imaginário sobre esses sujeitos que se tornam foco de discursos que colocam parcelas da população como responsáveis pelos problemas ambientais/pestes. Um exemplo desse tratamento às populações tem justamente relação com o que foi citado anteriormente sobre a pandemia de Covid-19. Como já comentado, pelas terríveis desigualdades sociais, no Brasil apenas uma parcela da população teve possibilidade de fazer isolamento social, seja por condições de suas moradias, seja por questões econômicas. Nesse contexto um projeto de “imunidade de rebanho” foi incentivado pelo governo brasileiro em 2020. Diante das desigualdades socioeconômicas, da fome e da exclusão social, a minimização dos riscos da doença nos discursos governamentais, o negacionismo científico gerado em meio a defesa de imunização por contágio, a demora na decisão política pela compra de vacinas, acabou produzindo uma catástrofe sanitária, com mais de 600.000 óbitos até dezembro de 2021.

2.3 Para além das críticas: a educação em ciências como espaço de produção de conhecimento

Patrícia Giraldi A partir do que pontuou, Roberth, como podemos pensar o papel da escola, qual que é o lugar da escola em meio a esse cenário? Se por um lado podemos fazer a crítica da forma como esses temas são apresentados, fragmentados, excludentes muitas vezes, e que os discursos que são colocados na educação em ciências muitas vezes não contribuem para esse olhar mais amplo e mais crítico sobre essa realidade, por outro a escola é um importante espaço de produção de conhecimentos, a escola é um privilegiado para se pontuar questões que em outros espaços não seriam pontuadas. Como podemos produzir outras narrativas para o ensino de ciências a partir desse lugar?

Marinilde Karat. Um dos pontos destacados no artigo e que tem relação com essa questão é a leitura. Roberth destacou no artigo que se trabalha muito na escola com uma leitura única, parafrástica, com um único sentido que é dominante. Mas não apenas a escola, essa leitura única também está nas mídias, está nas redes sociais, está no cinema, nas conversas de casa, está em todo lugar. Uma das questões que o texto me fez pensar é que a escola poderia sair disso, partir com uma linguagem mais polissêmica. Nossa educação ainda preza pela memorização, preparamos nossos estudantes para provas específicas, avaliações em larga escala e as questões sociais são deixadas de lado. Talvez isso implique em mudar o currículo porque o currículo também hegemônico. Trabalhar com outras linguagens, outros textos, além das linguagens escolares, além do livro didático, oferecer outras possibilidades de leitura e escrita para os estudantes e assim contribuir para ampliar esse horizonte, ampliar essas histórias de leitura, ampliar essas memórias e imaginários dos estudantes para que possam ir além dessa memorização e ir na direção do que se chama de autoria. Junto com isso, procurar desconstruir esse olhar naturalizado para as questões de injustiça e desigualdades.

Dionia Eli Dorneles. Partindo dessa reflexão considero importante pensar na leitura nos afastando dessa ideia de que a leitura em ciências envolve apenas conceitos específicos e que essas outras leituras, mais amplas e envolvendo aspectos sociais, ficam a cargo do professor ou da professora de língua portuguesa. É necessário assumir realmente nosso papel como

formadores de leitores. Nesse sentido, penso que nosso papel não é só o de possibilitar essas leituras diferenciadas, mas também a forma como se escolhe essas leituras. Estamos levando narrativas para a sala de aula, então tenho a responsabilidade de escolher essas narrativas, mas também a forma como as apresentamos, por exemplo, eu trabalho muito com a literatura de Carolina Maria de Jesus nas minhas aulas de ciências. Quando apresento a Carolina eu a apresento como uma escritora que produziu muitas obras e vendeu milhões de exemplares, sempre tento retratar essa história de sucesso e aí depois vou entrando em outros textos da autora onde ela retrata a realidade onde ela morava e suas dificuldades. Ou seja, também temos uma responsabilidade nessa narrativa de apresentar pessoas não somente textos. Os textos materializam histórias, memórias e vivências de pessoas. Penso muito sobre como nosso ensino pode reforçar compreensões de ciência que pouco dizem respeito às realidades. No texto Roberth nos provoca a pensar que a doença e a pobreza são coisas extremamente relacionadas e uma é causa da outra, precisamos problematizar essa relação.

Roberth De-Carvalho. Gostaria de pontuar uma questão aqui a partir do que Dionia falou, essa perspectiva do estudante como produtor de conhecimento na proximidade com a realidade desses sujeitos. Quem é nosso estudante da educação pública? Certamente eles se conectam com um outro tipo de memória, com outros imaginários e interpretações sobre o mundo. A escola é o espaço para esse debate, para essa expressão e ampliação de visões. Isso poderá fazer com que conhecimentos sejam ressignificados, que estudantes possam ser multiplicadores de conhecimentos, fazer jornais, revistas científicas escolares. Podemos questionar quais são os temas relevantes, quais são os problemas locais?

2.4 Desigualdades e justiça social como temas para ensinar ciências

Dionia Eli Dorneles. Lendo esse texto eu fui mobilizada a pensar como a pobreza, em muitas narrativas históricas e científicas que você pontua muito bem no artigo, cria um imaginário de culpabilização de pessoas pobres. Isso se dá por argumentos que envolvem uma suposta falta de higiene ou até mesmo por hábitos alimentares como o consumo de alguns animais silvestres em algumas populações (que podem ser vetores de algumas doenças). Nessa perspectiva o foco novamente no ensino de ciências, para educação científica, volta a ser nas condições sanitárias que causam determinada doença, determinada peste ou surto e não em quem sofre por conta da falta de acesso a condições adequadas de vida. Se esses surtos e essas epidemia não afetassem para além das periferias será que elas seriam um caso de saúde pública? Essa é uma primeira coisa que pensei e aí, retomando o que eu estava falando antes sobre a literatura de Carolina Maria de Jesus, em um de seus textos ela relata em trechos do seu diário que na comunidade onde morava em determinado momento em 1958 houve um surto da doença do caramujo, a esquistossomose. Conta que a vigilância sanitária foi até o local, fez palestras, levou panfletos, mostrou vídeo de como as larvas se reproduziam e indicou onde essas larvas poderiam estar na comunidade, que era um rio utilizado por toda a população daquele local para lavar suas roupas. Carolina na sua escrita protesto fala que não realizou o exame clínico para esquistossomose porque para ela seria muito pior saber que ela estava com a doença e não ter acesso ao tratamento necessário. Ela faz uma denúncia de que muitas vezes quando se fala sobre saneamento básico, medidas profiláticas, má alimentação, se desconsidera a insegurança alimentar e a falta de acesso ao saneamento básico. Esse ensino esvaziado de pessoas contribui para essas narrativas de que pobreza é a causa da doença. Então eu queria que você falasse um pouco de como lidar com um episódio como esses que aborda no artigo, que apesar de trazer

exemplos de pestes ao longo da história, se mostra tão próximo do nosso momento atual, pensando numa educação para a saúde, uma educação em ciências para a saúde em nosso contexto atual.

Roberth De-Carvalho. Fazendo um paralelo com os dias atuais, eu poderia citar o exemplo da dengue que é algo que aqui na nossa região é muito é muito presente. Gosto de olhar essa provocação porque recentemente a escola pública onde atuo, localizada numa região central da cidade, numa grande avenida na capital do estado de Santa Catarina, região sul do Brasil, estava cheia de focos de reprodução do mosquito que transmite a dengue. Isso acontece por vários fatores como descarte inapropriado de materiais que acumulam água dentro da própria escola. Houve casos recorrentes de professores e estudantes com dengue, que são notificados à vigilância epidemiológica do município de Florianópolis e isso motivou a ida de dois técnicos da saúde. Apesar de haver focos de reprodução do mosquito na escola, uma dessas pessoas, técnica da vigilância sanitária, curiosamente comentou que certamente os casos de dengue da escola se relacionavam aos mosquitos vindos da favela que fica próxima da escola. Nesse exemplo fica claro que o próprio comportamento dos agentes de saúde é influenciado por uma perspectiva que associa a periferia e proliferação de doenças como se as pessoas que estão em uma realidade mais privilegiada não fossem também geradores desse comportamento e dos próprios impactos ambientais. No exemplo que Dionia trouxe, da Carolina Maria de Jesus, alguém que carrega um balde de água do rio até a sua casa faz com que sabia de onde vinha aquela água, sabia ainda da importância daquele manancial para a comunidade, assim como o sabiam os escravizados, nos recortes historiográficos que eu selecionei para esse texto. Quero dizer com isso que quando falamos em pestes constituindo ambientes pensamos a ideia de ambientes associada a um determinado imaginário.

Dionia Eli Dorneles. Esse debate me trouxe a reflexão essas narrativas produzem imaginário sobre ambientes, com pessoas e sem pessoas, um imaginário de um ambiente com pessoas pobres e como é esse ambiente. Uma outra questão que que já está posta na educação científica é essa descrição desses ambientes feitas pelos invasores de territórios e de como esses ambientes invadidos são narrados como se fossem esvaziados de pessoas. A impressão que dá é que nessa invasão do nosso território, por exemplo, havia pouquíssimos indígenas morando aqui, quando estamos falando na verdade de milhões de pessoas que habitavam os territórios. Se aquele que detém o poder de produzir uma narrativa, de dizer o que tinha aqui o que não tinha porque era ele que possuía a tinta para escrever essa história, não é de estranhar que o foco dessas narrativas sobre ambiente não está nas pessoas, e isso reflete no nosso currículo de ensino ciências, o foco está nos recursos da natureza. A forma como ensinamos biomas, como pensamos a educação ambiental e como ela está retratada nos nossos livros didáticos, esvaziados de pessoas, contribui para o apagamento dessas narrativas e dessas pessoas. Talvez o que possamos pensar novamente, voltando para as narrativas, seria como escrever essas narrativas do ponto de vista de pessoas, não do ponto de vista de ambientes e territórios que são compostos apenas por vegetação, quantidade de chuva e tipo de solo, que basicamente é isso que se trabalha quando se fala de biomas. Na página 83 do texto base para essa discussão, aponta que esse ambiente onde flutua humanidade é muito importante porque não costumamos pensar ambiente dessa forma, com frequência em nossa formação não pensamos o ambiente como algo que constitui e é constituído por humanidades, mas sim como espaço onde circulam tipos de solo, vegetação e animais, outros animais que não nós. Se formos pensar nesse ambiente orgânico,

integral, que temos defendido podemos lembrar das importantes contribuições do filósofo Ailton Krenak. O debate que ele faz tem muita relação com essa crítica ao ambiente fragmentado.

Roberth De-Carvalho. Gostaria de apontar mais uma questão que me inspirou na escrita e nas análises que realizei, a ideia de pensar a Terra e suas histórias para abordar questões ambientais. Autores brasileiros como Luiz Rufino e Celso Sanchez (2020) têm apontado para uma compreensão que denominam terresistência, que configura uma conexão terra-existência-resistência, que considero muito potente para orientar um outro modo de pensar o ensino de ambiente.

Patrícia Giraldi. Ao chegar ao final desse encontro alguns pontos são destacados, o principal deles é a compreensão de ambiente e a necessidade de ampliação desse conceito. Ambiente esse que muitas vezes aparece como algo esterilizado, sem pessoas, sem sofrimentos, sem humanidade e o quanto é importante incluir isso em nossos processos de ensino e de questionamento sobre esse ensino. Quero agradecer a participação das professoras e do pesquisador convidados

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos essa parte final com um agradecimento do texto que foi ponto de partida para as discussões desenvolvidas entre investigadores e professoras da área de educação em ciências.

A partir da conversa realizada os participantes destacam a importância da abertura para o diálogo. Apesar de atuarem em contextos semelhantes, visto que os participantes vivem na mesma região do Brasil, a mesa se constituiu como espaço diferenciado de debates, onde tiveram a oportunidade de conhecer o trabalho desenvolvido pelo pesquisador convidado e dialogar sobre suas experiências de ensino. A mesa redonda abriu novas possibilidades para pensar articulações e propostas para a pesquisa e o ensino em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias, inclusive na formação de professores.

Os debates desenvolvidos contribuem para pensar a importância de maior proximidade entre conhecimentos científico e a população geral, sobretudo aquelas parcelas excluídas historicamente. Aponta a relevância de pesquisas que envolvam perspectivas interdisciplinares para a produção de conhecimento que considerem as especificidades dos contextos investigados e para o qual esse saber deve contribuir. O olhar para o passado mostra-se como uma possibilidade interessante para a reflexão acerca das repetições históricas, dos padrões de problemas sociais e ambientais colocados ao longo do tempo e que nos ensinam como podemos (ou não) enfrentar tais questões. A complexidade das questões ambientais colocadas na atualidade, que envolvem desde ameaças globais à sustentabilidade da vida, até os problemas locais de falta de saneamento básico, carecem de abordagens amplas, ancoradas em perspectivas humanizantes sobre o mundo. Soma-se a isso, a discussão sobre a interligação entre colonização da natureza e apagamento dos sujeitos. A dicotomia humanos e natureza, explicita processos que são historicamente constituídos e que subjetivamente promovem o apagamento do humano como parte constitutiva da natureza. Esse processo traz como efeito a abordagem da natureza como recurso (econômico) sem permitir uma apreensão mais complexa dessas relações.

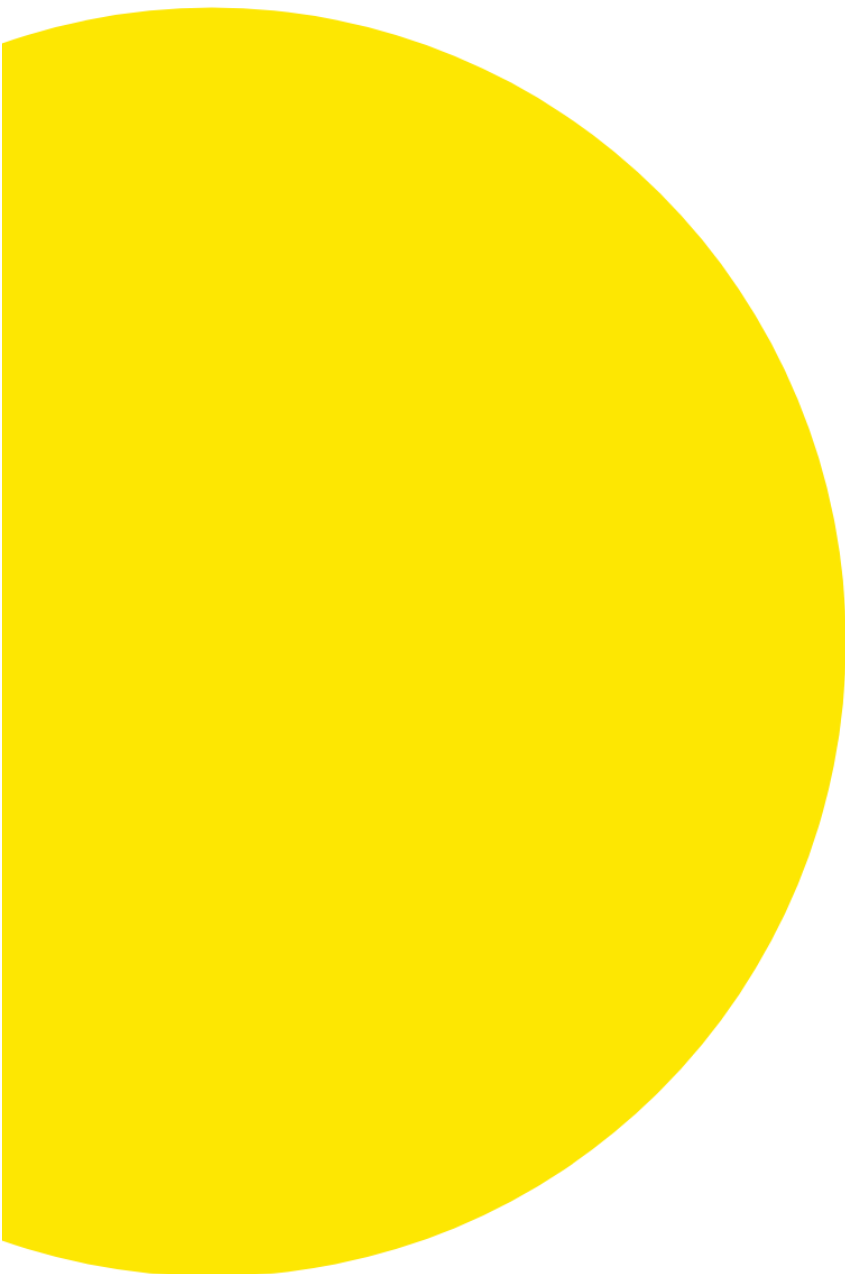
Ao pensar questões de ensino, assume relevância a necessidade de uma renovação teórica e metodológica, cruciais no trabalho de problemas complexos como a interposição social

e biológico. A construção de estratégias de diálogo com e sobre as diferentes realidades e a produção de conhecimentos que promovam o não apagamento daqueles que habitam ambientes, foi colocado como foco para uma educação em ciências que promova efetivamente a reflexão, que contribua para a formação de pessoas que possam vislumbrar um mundo mais justo para todos. A centralidade da vida em sua complexidade como foco do ensino abre espaço para reflexões sobre as vidas subalternizadas, humanas e não humanas. A inserção da leitura, da escrita e da arte, foram destacadas pelas professoras participantes da mesa redonda como possibilidades para povoar as aulas de ciências de outras vozes e dizeres, frequentemente ausentes no ensino.

As tensões entre pesquisa em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias e seu ensino certamente coloca-se como um desafio. Na mesa redonda realizado foi possível discutir sobre algumas possibilidades e interseções. O texto investigativo colocado como foco do debate caracterizou-se como ponto de partido e inspiração para essa articulação.

REFERÊNCIAS

- De-Carvalho, R. (2021). Pestes constituindo ambientes: sentidos da periferia sul global. *Ambiente & Educação*, 26(2), 72-101.
- De-Carvalho, R., & Ferreira, W. (2022). A peste e o cíclico retorno do caos. *Revista Interdisciplinar Encontro das Ciências-RIEC*, 5(2), 69-85 <https://doi.org/10.1000/riec.v5i2>
- Krenak, A. (2019). *Ideias para adiar o fim do mundo*. Companhia das Letras.
- Pinheiro, P. G., Ribeiro, S. D. S., Caurio, M. S., De Quadros, C. L., Kehl, L. C. K., de Souza, B. V., ... & Cassiani, S. (2021). Construção de cidadanias latinoamericanas: potências da diáspora negra e dos povos indígenas na educação em ciências. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 3509-3514.
- <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15019>
- Rufino, L. R., Renaud Camargo, D., & Sánchez, C. (2020). Educação Ambiental Desde El Sur: A perspectiva da Terexistência como Política e Poética Descolonial. *Revista Sergipana De Educação Ambiental*, 7(Especial), 1-11. <https://doi.org/10.47401/revisea.v7iEspecial.14520>



S4

RECENSÕES CRÍTICAS

—

CRITICAL REVIEWS

S4

Recensões críticas de obras científicas/ literárias/ artísticas/ educativas com potencial relação com Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Critical reviews of scientific/ literary/ artistic/ educational works, with potential relation to Science, Mathematics, and Technology Education.

Reseñas críticas de obras científicas/ literarias/ artísticas/ educativas con potencial relación con la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología.

RECENSÃO CRÍTICA DE “COMO SE TRANSFORMA AR EM PÃO?” (2021) DE NUNO MAULIDE E TANJS TRAXLER

CRITICAL REVIEW OF “HOW TO TURN AIR INTO BREAD?” (2021) FROM NUNO MAULIDE AND TANJA TRAXLER

RESEÑA CRÍTICA DE “COMO CONVERTIR AL AIRE EM PAN?” (2021) POR NUNO MAULIDE Y TANJA TRAXLER

João Paiva

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
jcpaiva@fc.up.pt

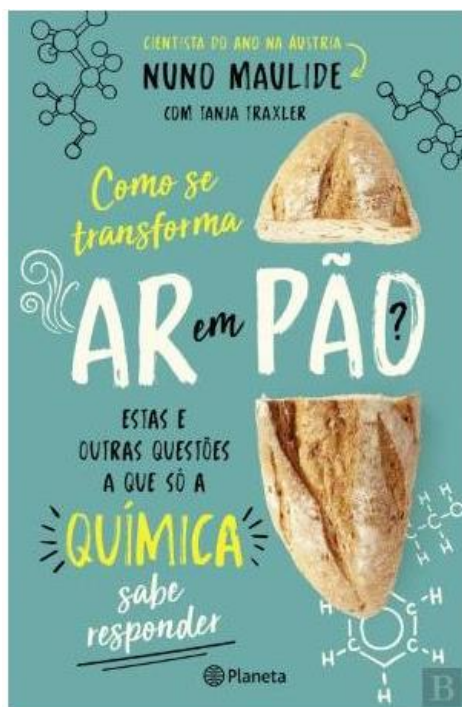


Figura 1 Capa do livro (Maulide & Traxler, 2021)

Este livro de Nuno Maulide e Tanjs Traxler constitui um excelente contributo para a divulgação da ciência química. Nuno Maulide é um químico de renome internacional. Nascido em Portugal, foi galardoado na Áustria, onde atualmente trabalha. O seu histórico de investigador é na área da química orgânica e os exemplos explorados neste livro, pela proporção mais elevada da química da vida, não escondem o seu trilha investigativo.

Há um aspeto menos positivo do livro, que explicito desde já, para, volvido esse ruído, passarmos às virtudes da obra: uma tradução menos feliz, porventura do alemão original para o

português que, aqui e ali, compromete desnecessariamente a compreensão de algumas ideias, obrigando a uma releitura.

Os capítulos em que subdivide o livro dizem bem da obra. São eles: substâncias químicas na comida; o nosso corpo como kit de química; como é que as moléculas são capazes de atuar terapêuticamente; a alimentação do mundo; de repente apareceram os plásticos; o aquecimento a gás da terra; química para as alterações climáticas; beleza na química. Uma palavra de destaque para o último capítulo, um dos contributos mais interessantes da obra: o favorecimento do lado estético da química e a importância da beleza na própria ciência. As imagens do livro, aliás, parecem-me tipicamente muito felizes, como se pode ver, a título de exemplo, nas páginas 57, 85 ou 189.

Este não é um livro de investigação educacional nem de investigação em divulgação científica, bem entendido. É uma das facetas da divulgação científica – aquela feita pelos próprios cientistas da química – que constitui em si mesmo um gesto corajoso, louvável e muito positivo para a ciência em geral e para a química, em particular. Para os professores de química, há imagens e ideias que, por si só, apresentam um potencial criativo para excelentes avanços didáticos, no que diz respeito à apresentação de conceitos e problemáticas da química. Abaixo, a título ilustrativo, alguns exemplos:

- “Nem nós cientistas conhecemos a derradeira verdade” (p. 37).
- “O corpo humano pode descrever-se como uma espécie de motor acionado pela glucose (p. 41).
- “É simplesmente fascinante imaginar que há processos químicos a desenrolar-se enquanto se papam quilómetros na passadeira (p. 63).
- “No laboratório é frequente levarmos semanas à procura da causa, até acharmos o motivo pelo qual uma reação de repente já não sai bem” (p. 141).
- “Os átomos de carbono têm, assim, através do comportamento promíscuo [4 ligações], a capacidade de construir cadeias longas de moléculas” (p. 157).
- “... aquilo que a ciência é: um corpo de saber coletivo gerido por algumas pessoas, mas aberto a todos e que deve ser utilizado para benefício de todos (p. 201).

Poderia ser interessante partir desta obra para algum trabalho de investigação em educação científica, por exemplo explorando as imagens do livro e algumas nuances de enquadramento mais distantes da sistematização curricular clássica, avaliando o respetivo impacto educativo.

Recomendo o visionamento da excelente entrevista dada pelo autor do livro à RTP, em meu entender, diga-se, uma entrevista melhor ainda do que o próprio livro. Uma boa promoção da ciência e da curiosidade químicas: [RTP 3 - Grande Entrevista - Nuno Maulide \(Cientista / Químico - Português\)](#) no [YouTube](#), 29 de dezembro de 2021.

REFERÊNCIAS

Maulide, N.; & Traxler, T. (2021). *Como se transforma ar em pão? : estas e outras questões a que só a química sabe responder* /; trad. Sara Seruya, Bernardo Herold ; il. Kathrin Gusenbauer. - 5ª ed. - Lisboa : Planeta de Livros Portugal.

RECENSÃO CRÍTICA DE “PORQUE CONFIAR NA CIÊNCIA?” (2021) DE NAOMI ORESKES

CRITICAL REVIEW OF “WHY TRUST SCIENCE?” (2019) NAOMI ORESKES

RESEÑA CRÍTICA DE “¿POR QUÉ CONFIAR EN LA CIENCIA?” (2022) DE NAOMI ORESKES

Vera Novais^{1,2}

¹SciComPt - Rede de Comunicação de Ciência e Tecnologia de Portugal, Portugal

²Observador, Lisboa, Portugal

vnovais@observador.pt



Figura 1 Capa do livro (Oreskes, 2021)

Cientistas, profissionais de saúde, comunicadores de ciência — e, até, jornalistas — são confrontados com o ceticismo dos seus interlocutores e com dúvidas sobre se devemos confiar na ciência e porquê. As questões não são novas, mas foram amplificadas pelas redes sociais, pela polarização política e social e pela crescente desinformação.

No livro “Porque confiar na ciência?”, Naomi Oreskes não parece ter dúvidas de que devemos confiar, mas não se limita a dizer ‘porque sim’: explica como e quando, deixando claro que “não defende uma confiança cega e total” (Oreskes, 2021, p. 305). Muito pelo contrário, se

há motivo para se confiar na ciência é pelo escrutínio a que é sujeita — seja pelos pares, seja pela sociedade civil ou pelos jornalistas.

A ideia de método científico como “fórmula mágica” é desmontada pela autora, que nos faz percorrer a filosofia da ciência do século XVIII aos dias de hoje. Oreskes (2021) rejeita que se apresente a ciência como autoridade — o que também afasta céticos e opositores — e defende que o método e as motivações sejam transparentes e diversificados e que as experiências, observações e conclusões estejam acessíveis.

Ao assumir a ciência como uma atividade coletiva, aumenta-se o escrutínio, a diversidade de perspectivas e a crítica — e isso é bom para a ciência. Porque, diz a historiadora da ciência, “a ideia da ciência como atividade neutra no que toca a valores é um mito” (Oreskes, 2021, p. 184) — assim como acreditar que os cientistas, enquanto indivíduos, não são influenciados pelos seus próprios valores. Contudo, desde que a comunidade seja diversificada, tudo deverá correr bem, defende.

Por estranho que possa parecer à partida, é nesta diversidade de perspectivas que se chega ao consenso. Porque, em ciência, o consenso não é ceder, nem encontrar um meio termo entre posições divergentes. O consenso científico — difícil de alcançar, lembra Oreskes (2021) — depende de um processo de revisão e contestação, até se chegar a um conjunto de afirmações com que os especialistas concordam.

Se a contestação tem uma base científica, esta pode ser sanada por mais e melhor investigação. Mas se os confrontos de ideias são motivados por interesses políticos, económicos e ideológicos, então mais informação científica não resolve o problema, porque as objeções não-científicas não são motivadas por considerações científicas, alerta a investigadora que se tem dedicado, entre outras coisas, ao tema das alterações climáticas. “No que diz respeito a semear a dúvida, não se pode combater o fogo com o fogo. É necessário mudar os termos do debate” (Oreskes, 2021, p. 294).

A autora conclui com as estratégias para lidar com promotores da desinformação e pós-verdade: “Uma forma de o fazer é expor as motivações ideológicas e económicas subjacentes à negação da ciência e demonstrar que as objeções não são científicas, mas políticas. Outra forma é explicar como funciona a ciência e afirmar que, em muitas se não todas as circunstâncias, temos boas razões para confiar nas afirmações científicas estabelecidas” (Oreskes, 2021, p. 294).

O livro de Naomi Oreskes baseou-se nas Palestras Tanner sobre Valores Humanos, proferidas em Princeton no final de 2016, e conta com os comentários de especialistas selecionados. A publicação original foi feita pela Princeton University Press, em 2019, antes do início da pandemia de covid-19, mas a crise de saúde pública global valida os argumentos apresentados pela autora.

REFERÊNCIAS

Oreskes, N. (2021). *Porque Confiar na Ciência?* Gradiva.

RESEÑA CRÍTICA DE “APRENDIENDO A BUSCAR CIENCIA EN LA SOCIEDAD. RECURSOS DIDÁCTICOS PARA EL PROFESORADO” (2022) DE ÁNGEL EZQUERRA, REMO FERNÁNDEZ-CARRO, JOSÉ EDUARDO VÍLCHEZ Y JOSÉ MIGUEL VÍLCHEZ-GONZÁLEZ

RECENSÃO CRÍTICA DE “APRENDENDO A PROCURAR A CIÊNCIA NA SOCIEDADE. RECURSOS DIDÁTICOS PARA PROFESSORES” (2022) DE ÁNGEL EZQUERRA, REMO FERNÁNDEZ-CARRO, JOSÉ EDUARDO VÍLCHEZ E JOSÉ MIGUEL VÍLCHEZ-GONZÁLEZ

CRITICAL REVIEW OF “LEARNING TO LOOK FOR SCIENCE IN SOCIETY. TEACHING RESOURCES FOR TEACHERS” (2022) BY ÁNGEL EZQUERRA, REMO FERNÁNDEZ-CARRO, JOSÉ EDUARDO VÍLCHEZ AND JOSÉ MIGUEL VÍLCHEZ-GONZÁLEZ

Miriam Méndez Coca

Universidad Complutense de Madrid, España
mimend01@ucm.es

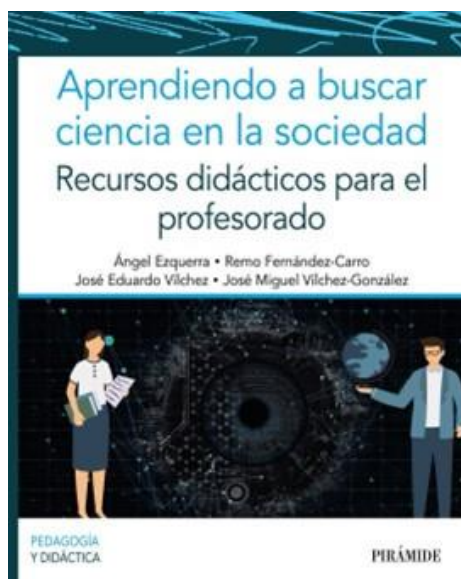


Figura 1 Portada del libro Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Recursos didácticos para el profesorado

Los autores Angel Ezquerro, Remo Fernández-Carro, José Eduardo Vílchez y José Miguel Vílchez-González se preguntan si somos conscientes de la cantidad de mensajes de corte científico que nos rodean, y de su calidad. A partir de esta cuestión, desarrollan uno de los objetivos principales de la enseñanza de las ciencias: la alfabetización científica de la población. Bajo este

prisma, consideran la necesidad de una buena formación docente para formar a los ciudadanos. Pero, ¿cómo podemos identificar la ciencia de nuestro entorno e incluirla en el diseño de propuestas didácticas? ¿Podemos conseguir que lo que se trabaja en las aulas tenga sentido para quien lo estudia?

En este libro se muestran respuestas a estos interrogantes. Dado su contenido y estructura, es recomendable para docentes, o para quien prepare oposiciones. En él encontrarán ideas para el diseño de propuestas didácticas que usan la ciencia de nuestro entorno como recurso de enseñanza-aprendizaje, con orientaciones para enfocarlas mediante el aprendizaje basado en proyectos y argumentos que defienden la eficacia de las mismas. El objetivo final es hacer llegar al alumnado el valor de la ciencia, cómo informarse sobre los asuntos científicos que les afectan y cómo eludir los crecientes fenómenos de desinformación.

El texto se organiza en seis capítulos en los que se muestra y se reflexiona sobre la ciencia en la sociedad, la identificación de la ciencia presente en el entorno, las herramientas para analizarla, y los modelos didácticos y estrategias para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. También se ofrece la estructura y actividades de un curso de formación docente que ya ha sido implementado en varias universidades, al que hemos llamado Aprendiendo a usar la ciencia presente en la sociedad. Propuesta de acciones. En el capítulo final se incluyen los resultados de investigación obtenidos durante su implementación.

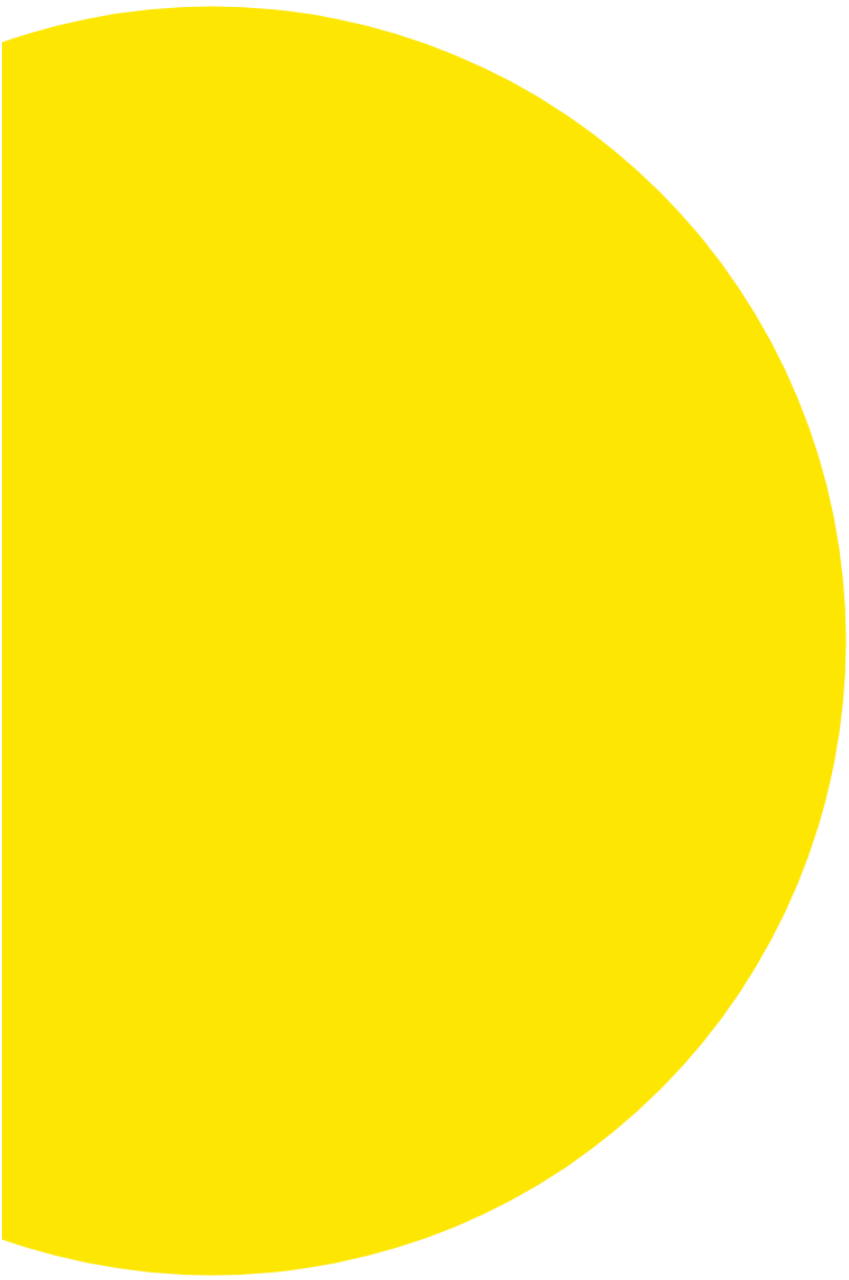
A lo largo de la exposición del contenido de los capítulos se van insertando tareas para que el lector reflexione antes de continuar la lectura, y al final de cada capítulo se incluye un anexo con orientaciones y comentarios a las mismas.

El texto es un destilado del proyecto de investigación: Identificación de contextos Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2018 (duración: 2019-2021, prorrogado). Este proyecto es liderado por el grupo de investigación Neurodidáctica, Ciencia y Sociedad (Neurodidáctica, Ciencia y Sociedad (ucm.es)).

Aquí compartimos un vídeo muy interesante que nos resume el libro ¡No os lo perdáis!
<http://www.edistribucion.es/piramide/262722/video.mp4>

REFERENCIAS

Ezquerro, A., Fernández-Carro, R., Vílchez, J.E., Vílchez-González, J.M. (2022). *Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Recursos didácticos para el profesor*. Pirámide.



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.

TIENE LA PALABRA... ANGÉLICA MARTÍNEZ-ZARZUELO

TEM A PALAVRA... ANGÉLICA MARTÍNEZ-ZARZUELO

GIVING THE FLOOR TO... ANGÉLICA MARTÍNEZ-ZARZUELO

1. BREVE BIOGRAFÍA

Angélica Martínez Zarzuelo es Doctora en Educación por la Universidad Complutense de Madrid (Premio extraordinario de doctorado), con Máster Universitario en Investigación Matemática de la Universidad Complutense de Madrid y Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Valladolid. Desarrolla su actividad docente e investigadora en el Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas de la Facultad de Educación - Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid, concretamente en la Unidad de Didáctica de las Matemáticas. Lleva años formando a futuros docentes de Educación Infantil, Primaria y Secundaria en Matemáticas y su didáctica, Tecnologías de la información y la comunicación e Innovación docente e iniciación a la investigación educativa en matemáticas.

2. EL VÍDEO COMO EVALUACIÓN DE MATEMÁTICAS Y SU DIDÁCTICA ¿INNOVACIÓN O ADAPTACIÓN?

Reflexiones sobre innovación

En los últimos años se han producido cambios vertiginosos en diferentes aspectos de la educación. Hoy en día, ser docente es un gran reto, sobre todo para aquellos docentes activos que persiguen la excelencia en su práctica docente. No hay ninguna duda de que la razón de ser de los docentes es que sus estudiantes adquieran conocimientos y competencias que les ayuden en el tránsito de su vida. Sin embargo, esta aparente sencilla razón supone, además de una reflexión continua y fundamentada, una disposición a la innovación en la práctica educativa.

Es importante tener claro el concepto de innovación. La Real Academia Española define *innovar* como “mudar o alterar algo, introduciendo novedades”. Con esta definición, cuando un docente altera algún aspecto de su práctica educativa introduciendo alguna novedad, estaría innovando. Ahora bien, ¿Qué se entiende por *novedad*? La misma institución define este término como “cualidad de nuevo” y, así como la primera acepción de *nuevo* es “recién hecho o fabricado”, la segunda es “que se percibe o se experimenta por primera vez”. En este sentido un docente innovador podría ser una docente que introduce aspectos educativos que se experimentan, por primera vez, en su práctica docente. Sin embargo, es fundamental ser

consciente, en el contexto actual, de que lo que en algunas ocasiones es novedad para el docente, no es novedad para los estudiantes.

Por todo ello, hoy en día parece conveniente difundir, con más empeño, el verdadero significado de *innovar*. En diversas ocasiones, en contextos de formación de docentes, se ha detectado la creencia de que muchos de ellos creen no ser innovadores, sintiendo la necesidad de formarse lo máximo posible para lograr serlo. Pero, ¿En qué momento un docente está lo suficientemente formado hoy en día para ser innovador en las aulas? Un aspecto importante es tener un verdadero motivo por el que querer innovar, priorizando, como no puede ser de otra manera, el aprendizaje de los estudiantes.

Como es bien sabido, la pandemia de COVID-19 produjo en el ámbito educativo un cambio muy rápido y notable. La forma de impartir y recibir clase tuvo que adaptarse de la noche a la mañana. Es claro que muchos de los cambios resultaron ser simplemente adaptaciones, pero otros tantos resultaron ser innovaciones. Ello fue debido, en multitud de casos, a la constante formación y a la necesidad de que el aprendizaje de nuestros estudiantes no se viese afectado o lo fuese lo menos posible, por la situación que se estaba viviendo a nivel mundial.

El vídeo como evaluación de Matemáticas y su didáctica durante el confinamiento de COVID-19.

Es bien conocido que el uso del vídeo es habitual en las aulas de hoy en día y con diversos fines. Sin embargo, quisiera compartir una de las experiencias de evaluación mediante el uso del vídeo llevada a cabo durante el confinamiento. Esta experiencia se realizó en el contexto de Matemáticas y su didáctica del Grado en Maestro en Educación Infantil en la Facultad de Educación – Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid.

Como método de evaluación podría haber optado por una evaluación mediante cuestionarios online de respuesta abierta o respuesta múltiple decidiendo, entre otras muchas cuestiones, si diseñar diferentes modelos de examen, o si activar o no la posibilidad de aleatoriedad en el orden de las preguntas para evitar, en la medida de lo posible, que los estudiantes hicieran la evaluación de forma conjunta en lugar de individual. Sin embargo, opté por utilizar el vídeo como instrumento de evaluación.

Los estudiantes y yo nos conectamos el día de la evaluación mediante la plataforma online habitual y, tras mostrar las preguntas de examen, los estudiantes comenzaron a grabar con sus dispositivos un vídeo en el que daban respuesta a cada una de las preguntas. El tiempo fue limitado, y ellos mostraron la hora de comienzo y final en su vídeo, enviándolo inmediatamente después de finalizar el tiempo de evaluación a un servicio de alojamiento de archivos.

Esta forma de evaluación me permitió, entre otras cuestiones, analizar detenidamente su expresión oral y valorar las diferencias existentes con los habituales exámenes escritos en este tipo de materias. Pude experimentar que, en ese sentido, a los estudiantes les benefició este tipo de evaluación. Por mi parte, la corrección resultó costosa debido a la cantidad de tiempo que supuso, pero disfruté observando el esfuerzo que ellos realizaron por transmitir sus conocimientos y por el fantástico uso que hicieron de la tecnología.

Los estudiantes y yo misma nunca habíamos experimentado una evaluación de este tipo, por lo que podría entenderse que se introdujeron novedades y, con ello, innovación. ¿Fue realmente innovación o más bien adaptación? En cualquier caso, esta forma de evaluación fue muy bien acogida por parte de los estudiantes resultando ser una experiencia novedosa, positiva y muy aconsejable.

TEM A PALAVRA... HENRIQUE LEAL
GIVING THE FLOOR TO... HENRIQUE LEAL
TIENE LA PALABRA... HENRIQUE LEAL

1. BREVE BIOGRAFIA

Henrique Leal, é professor do ensino básico, coordenador de ano e mentor do projeto “Mobile Learning 5.0” do Agrupamento de Escolas D. Maria II – Vila Nova de Famalicão. Professor Orientador de Mestrado do 1º ciclo do ensino básico da Escola Superior de Educação do Porto. A sua filosofia pedagógica é: *“O ambiente de sala de aula deve ser propício à colaboração, comunicação, criatividade, pensamento crítico, autonomia... E se o ambiente influenciasse o desempenho académico, o estado emocional/ social e o comportamento, mais do que a importância que normalmente lhe é dada? O processo tem tanto ou mais valor do que o resultado!”*

O seu percurso académico e profissional é o seguinte: 2022: Formação de Formadores para Capacitação Digital; 2015: Pós-graduação - Curso de Especialização em Administração Escolar; 2014: Mestrado de Ensino em Artes Visuais do 3º ciclo e Secundário; 2011/2012: Pós-Graduação em Ensino Especial - Domínio Cognitivo e Motor; 2010/2011 Pós-Graduação de Ensino em Artes Visuais do 3º ciclo e Secundário; 2005/2006- Pós-Graduação em TIC (Instituto Superior de Informática e Gestão – Lisboa); 2002/2003- Licenciatura - Professor do Ensino Básico, variante Educação Visual e Tecnológica.

É Formador de professores, acreditado pelo Concelho Científico-Pedagógico da Formação Continua, nas áreas e domínios A25; C14; C15; C16. Destacam-se as seguintes ações de formações ministradas: Capacitação Digital Docente; Apps e Gamificação – um recurso para o sucesso escolar; O Jogo Educativo nos alunos NEE (e-learning- 25horas); Ambientes Inovadores de Aprendizagem, Programação e Robótica no Ensino Básico; O Smartphone e o Tablet ao serviço do professor (25horas); Oficina de Formação -Exploração Pedagógica de APPS utilizando tablets na Educação (50horas); 1st Training Day sobre aprendizagem com jogos (Kahoot) (3); 2nd Training Day sobre aprendizagem com jogos (Socrative) (3h); 3rd Training Day sobre o Padlet (3h); 4th Training Day sobre o Padlet e Mentimeter (3h).

2. BREVE DESCRIÇÃO DO SEU PERCURSO E PRINCIPAIS PROJETOS

O Seu projeto mais recente é o “Mobile Learning 5.0”. Este destina-se a alunos do 1º ciclo e tem como base o centrar da atividade de sala de aula no aluno, assentando nestes princípios:

- Diferenciar & personalizar o ensino é possível!
- Cada um trabalha consoante as necessidades detetadas!
- Cada um tem propostas variadas!
- Cada um evolui ao seu ritmo!
- Cada um tem a possibilidade de trabalhar com um parceiro e pedir ajuda!

Tendo alunos diferentes numa sala, é necessário atender e respeitar as diferenças, adaptando o trabalho a essas diferenças, de modo a tudo fazer para que cada um consiga dar o seu melhor.

Com este projeto de integração do digital no ambiente natural da sala de aula, o professor cria para eles, e com eles, uma sala inspiradora e motivadora, esse é o objetivo desde o primeiro dia em que comecei a planear o Projeto Mobile Learning, no ano letivo 2019. Agora o projeto suporta um upgrade para 5.0.

Deparamo-nos com um novo perfil de aluno, com novas competências, que precisam de ser exploradas e potenciadas, mediadas pela tecnologia ubíqua.

3. ENTREVISTA

Q1 - Atualmente é um professor reconhecido na comunidade em que se insere (e também fora dela) pelo trabalho singular que tem desenvolvido em prol dos alunos, em particular ao nível do desenvolvimento de práticas educativas inovadoras com recurso ao digital. Pode descrever o projeto mais recente que tem vindo a implementar e o seu contexto?

Olhando para este século, e para os últimos três anos em particular, é mais do que evidente que temos de mudar a nossa forma de ver o ensino e aprendizagem, esta pode ser feita em qualquer hora e em qualquer lugar. A utilização de dispositivos móveis, por parte dos alunos, fez com que o acesso à informação não dependesse de momentos específicos definidos pelo professor. O acesso à informação está à distância de um simples clique e com isso a uma infinita fonte de informação na ponta dos dedos. Porém, o papel do professor mudou radicalmente e, acreditamos, que este não só não se extingue, como adquire novas características de mediador no processo ensino e aprendizagem.

Transformar a sala de aula é repensar as práticas e estratégias para responder às necessidades pedagógicas e também às necessidades da sociedade, em constante mudança.

Os objetivos pedagógicos, ferramentas, abordagens e estratégias devem ser definidos em estreita relação com as competências que se pretende desenvolver nos alunos.

Assim, a meu ver, é essencial que um professor se questione sobre as suas práticas no dia-a-dia. Isto fará com que consiga projetar-se e identificar o rumo que pretende seguir.

É importante saber onde se está para saber para onde se quer ir!

Q2 - Refletindo sobre a sua prática, analisando o modo como decorreu a implementação deste projeto de integração do digital na sala de aula, o que faria diferente? Porquê?

Os alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico continuam a ter baixos resultados nas áreas nucleares, do Português e Matemática (IAVE, 2014; ProjAvi, 2012). Reconhecemos, também, a grande popularidade dos dispositivos móveis junto dos alunos, não sendo, estes, aproveitados pelos professores no processo de ensino e aprendizagem. Ora se por um lado, os professores deparam-se com alunos com melhores competências digitais, de pesquisa e processamento da informação, por outro, não alteram as suas práticas pedagógicas, apesar de reconhecerem que estas se encontram ultrapassadas, no que à aquisição de competências de leitura diz respeito, segundo estudos recentes, a utilização de dispositivos móveis na aprendizagem servem de complemento à construção de conhecimento e significado dos alunos, de apoio à dinâmica de sala de aula e ao desenvolvimento da aprendizagem informal.

Neste contexto um dos desafios que se coloca atualmente é a integração destes dispositivos móveis no ensino, mas sobretudo na reflexão e desenho de novos ambientes pedagógicos de aprendizagem, na sua efetiva e competente utilização. As estratégias de ensino devem promover uma aprendizagem que integre várias dimensões: imaginação, intuição, colaboração e impactos emocionais. Os aspetos estéticos, como a imagem, o vídeo e a música (multimédia) agregam uma sofisticação em relação ao ensino e aprendizagem, uma vez que proporcionam a vivência e a interatividade, ligando assim sentidos, sentimentos e razão. Quanto maior for o envolvimento dos alunos na manipulação criativa, na pesquisa, na interação com o próprio conhecimento, na descoberta de novas formas de expressão de saberes, maior será a eficácia didática deste processo.

Neste sentido, também a leitura no contexto da comunicação digital é muito diferente nos dias de hoje, por ser (i) multimodal, (ii) social, (iii) monitorizada e (iv) lúdica. No contexto da era digital, a leitura continua a ser o resultado das construções de significados que integram a informação. Porém, esta caracteriza-se, hoje, como (i) multimodal por ser representada em diferentes modos semióticos. Ler apresenta uma (ii) dimensão social, porque implica o acesso imediato (e onipresente) para outros textos, em rede. A leitura digital é (iii) monitorizada por uma gestão e controlo imediato do leitor em todas as fases do processo. A leitura apresenta um (iv) carácter lúdico, que se manifesta na ação e no envolvimento do leitor, também em contextos de gamificação.

A construção de um novo cenário de inovação pedagógica no processo de ensino e aprendizagem começa com os professores, uma vez que são os designers e facilitadores do mesmo. No entanto, somente se os professores tiverem o conhecimento e as capacidades necessárias é que podem implementar uma transformação pedagógica.

O principal objetivo deste projeto é transformar as práticas pedagógicas de ensino e aprendizagem através da utilização de dispositivos móveis. Para tal apresento quatro fases do projeto que pretendo implementar nas turmas do primeiro ano letivo 2022/2023:

FASE A – Diagnóstico do contexto e caracterização das turmas do primeiro ano. Pressupõe a utilização de recolha de dados para caracterização do contexto, da turma e dos professores envolvidos, de forma a preparar a operacionalização e intervenção.

FASE B – Partilha de práticas pedagógicas em contexto, acompanhamento e monitorização do processo. Pressupõe a partilha de práticas em contexto de sala de aula, mais o acompanhamento dentro e fora do espaço de aprendizagem, presencial e online, junto com o processo de monitorização, com *reports*, recolha, tratamento e análise dos dados em harmonia com os dois professores titulares de turma.

FASE C – Desenho e implementação de um novo espaço de aprendizagem. Pressupõe o desenho participativo com a comunidade escolar do espaço de aprendizagem, pressupondo a flexibilidade e autonomia das aprendizagens, favorecendo a utilização de equipamentos tecnológicos digitais

FASE D – Equipamentos

Q3 - Qual o impacto da implementação deste projeto, ou melhor, qual o impacto da implementação de ambientes educativos inovadores em que os alunos interagem com tecnologias digitais de forma híbrida?

Pretendo que através deste projeto chegar a mais alunos para uma melhoria eficiente de aquisição de competências dos alunos, sobretudo ao nível das *soft skills*, consistentes com o perfil de aluno à saída da escolaridade obrigatória, tendo em conta os Decretos-Lei 54/2018 e 55/2018. É um facto que a tecnologia por si só não irá alterar qualquer resultado de aprendizagem, mas é através de um uso pedagógico da mesma que acreditamos numa mudança de práticas. Esta é a ambição deste projeto, facilitar conhecimentos pedagógicos, de modo a que o processo ensino/aprendizagem se altere e inove tendo por base a utilização dos dispositivos móveis.

Importa salientar, que este é um projeto que vai ao encontro de projetos que já foram executados a nível europeu e em Portugal e com resultados muito satisfatórios.

Q4 - Dada a sua experiência, e os resultados que descreve, de que modo tem partilhado com os seus pares, dentro de fora da comunidade educativa em que se insere.

Através de ações de formação, sessões de partilha, trabalho colaborativo com docentes da minha escola e agrupamento, junto dos pais e encarregados de educação e restante comunidade educativa.

Utilização da plataforma *classdojo* existe uma comunicação direta com os encarregados de educação versos professor versos alunos, existindo uma cumplicidade educativa onde tomos caminham no mesmo sentido. Os EE acompanham as atividades desenvolvidas em contexto educativo em tempo real, mantendo-se a par de tudo o que é acrescentado na aprendizagem dos alunos.

Existe ainda uma barreira entre os meus colegas e a comunidade educativa, esta barreira parece intransponível. A comunicação do que acontece na sala de aula é muitas vezes ocultada por diversos fatores, na minha opinião, falta de confiança no trabalho desenvolvido, receio de ver o seu trabalho escrutinado pelos seus pares e pelos encarregados de educação, receio de perder o controlo do que se desenvolve no contexto educativo, entre outras razões.

É importante sermos assertivos no nosso trabalho e percebermos que estamos em constante aprendizagem, que o “upgrade” das atividades é necessário, porque as variáveis estão sempre em constante mudança.

PARA SABER MAIS...

www.prof-henrique.com

<https://www.youtube.com/channel/UCT9EM7D7bh2bC9-GgqQNDLA>

VOLUME 3 | NÚMERO 2

NOVEMBRO 2022

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

