

VOLUME 1 | NÚMERO 1

ABRIL 2020

*Revista*  
**APEduC**  
*Journal*

INVESTIGAÇÃO E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

RESEARCH AND PRACTICES IN SCIENCE,  
MATHEMATICS, AND TECHNOLOGY EDUCATION

ISSN: 2184-7436

**APEduC**



Associação Portuguesa de  
Educação em Ciências

FT

**EDITOR | DIRETOR**

J. Bernardino Lopes

**EDITORES ASSISTENTES | ASSISTANT EDITORS**

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

Mais informação:

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

**EDIÇÃO | EDITION**

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

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

A gestão dos artigos é feita através da plataforma OJS. A publicação é aberta e o texto completo é acessível gratuitamente. Não há custos de publicação para os autores dos artigos publicados.

Mais informação:

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

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

**Contacto:** apeduc revista@gmail.com

**CAPA, PAGINAÇÃO E APOIO À GESTÃO EDITORIAL**

Patrícia Pessoa

**ISSN:** 2184-7436



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

**CONSELHO EDITORIAL | EDITORIAL BOARD**

**Álvaro Folhas**, *Escola Secundária Marques Castilho, Portugal*

**António Cachapuz**, *Universidade de Aveiro, Portugal*

**Carlos Fiolhais**, *Universidade de Coimbra, Portugal*

**Cecília Galvão**, *Universidade de Lisboa, Portugal*

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

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

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

**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*

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

**Vítor Trindade**, *Universidade de Évora, Portugal*

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

**Baohui Zhang**, *Shaanxi Normal University, China*

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

**Chatree Faikhamta**, *Kasetsart University, Thailand*

**Christian Buty**, *Université of Lyon, 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 Ostermann**, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil*

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

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

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

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

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

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

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



Associação Portuguesa de  
Educação em Ciências

APEduC Revista/ APEduC Journal (2020), 01(01),1-1

*PERIODICIDADE*

*FREQUENCY*

*PERIODICIDAD*

Publica dois números por ano:

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

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

---

Publish two issues per year:

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

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

---

Publica dos números al año:

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

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

**ÍNDICE**

TABLE OF CONTENTS

TABLA DE CONTENIDOS

Editorial	7
<b><i>Secção 1 - Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</i></b> <b><i>Section 1 - Research in Science, Mathematics and Technology Education</i></b> <b><i>Sección 1 - Investigación en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</i></b>	11
<hr/>	
<i>Revisitando orientações CTS CTSA na educação e no ensino das ciências</i> Reviewing STS STSE guidelines in education and science teaching Revisando las directrices del CTS CTSA en la educación y en la enseñanza de las ciencias <b><i>Isabel P. Martins</i></b>	13
<i>Uma interpretação da educação em ciências no Brasil a partir da perspectiva do currículo como prática cultural</i> An interpretation of science education in Brazil from the perspective of the curriculum as cultural practice Una interpretación de la educación científica en Brasil desde la perspectiva del currículo como práctica cultural <b><i>Fernanda Ostermann, Flavia Rezende</i></b>	30
<i>Estudo de aula como facilitador de aprendizagens de futuros professores de física e química sobre o uso de múltiplas representações</i> Lesson study as facilitator for physics and chemistry preservice teachers learning about multiple representations Estudio de clase como facilitador para el aprendizaje de futuros profesores de física y química sobre el uso de múltiples representaciones <b><i>Mônica Baptista, Teresa Conceição, João Pedro Ponte</i></b>	41
<i>Análise das perspectivas de educação sobre a temática ambiental presentes nas estratégias didáticas do acervo digital de narrações multimodais da UTAD</i> Analysis of the education perspectives on the environment present in the teaching strategies of the digital multimodal narratives collection of UTAD Análisis de las perspectivas de la educación sobre la temática ambiental presente en las estrategias de enseñanza en la colección digital de narrativas multimodales de UTAD <b><i>Giovano Candiani, Eliane de Souza Cruz</i></b>	55

<b>Secção 2 - Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</b>	
<b>Section 2 - Practices in Science, Mathematics and Technology Education</b>	
<b>Sección 2 - Prácticas en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</b>	70
<hr/>	
<i>Centro Integrado de Educação em Ciências: um conceito inovador de ensino formal e não formal de ciências</i>	
Integrated Science Education Center: an innovative concept of formal and non-formal science education	
Centro Integrado de Educación en Ciencias: un concepto innovador de enseñanza formal y no formal de las ciencias	
<b>Ana V. Rodrigues, Diana Oliveira</b>	72
<i>Formulación de problemas en un aula de Educación Infantil: un reto desde la resolución de problemas</i>	
Problem-Posing in a childhood education classroom: a challenge from problem solving	
Formulação de problemas na sala de aula na educação pré-escolar: um desafio de resolução de problemas	
<b>Myriam Codes Valcare, Juan Pedro Martín Díaz, Rocío Pérez Guzmán</b>	87
<i>Programação Tangível para a Inclusão e Promoção das STEM – Contributos para a Formação Contínua de Professores</i>	
Tangible Programming for the Inclusion of STEM – Project Contributions for the Continuing Training of Teachers	
Programación Tangible para la Inclusión Y Promoción de STEM – Contribuciones para la Formación Continua de Profesores	
<b>Cecília Vieira Guerra, Filipe Moreira, Maria José Loureiro, Isabel Cabrita</b>	100
<i>A disciplina de projeto no ensino da Física e Química do 8ºano</i>	
The discipline of project in the teaching of 8th grade physics and chemistry	
La asignatura de proyecto en la enseñanza de física y química en octavo curso	
<b>Daniela Tuna de Sousa</b>	115
<i>Reciclagem e Literacia Estatística: uma prática interdisciplinar</i>	
Recycling and Statistic Literacy: an interdisciplinary practice	
Reciclaje y Alfabetización Estadística: Una práctica interdisciplinar	
<b>Sofia Laura Costa, Isabel Duque, Fernando Martins</b>	129
<b>Secção 3 - Articulação entre Investigação &amp; Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</b>	
<b>Section 3 - Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education</b>	
<b>Sección 3 - Relación entre la Investigación y la Práctica en la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</b>	142
<hr/>	
Fase 1   Phase 1	144
<i>Educación en ciencias y justicia social en tiempos de emergencia climática</i>	
Science Education and social justice in times of climatic emergency	
Educação em ciências e de justiça social em tempos de emergência climática	
<b>Yonier Alexander Orozco Marín</b>	145

<i>Youth are Demanding Action Regarding Climate Change: Will Educators have the Wisdom and Courage to Respond?</i>	
A juventude exige ações relativas às mudanças climáticas: terão os educadores sabedoria e coragem para responder?	
Los jóvenes exigen que se tomen medidas en relación con el cambio climático: ¿tendrán los educadores la sabiduría y el coraje para responder?	
<b>William C. Kyle, Jr.</b>	150
<i>Da Lama ao Caos: uma proposta para a formação de professores na interface entre Educação Ambiental de base comunitária, cinema e mudança climática</i>	
From mud to chaos: a proposal for teacher training in the interface between community-based environmental education, cinema and climate change	
Del lodo al caos: una propuesta de formación de profesores en la interfaz entre la educación ambiental basada en la comunidad, el cine y el cambio climático	
<b>Rafael Nogueira Costa, Robson Loureiro, Celso Sánchez</b>	161
<i>Aprender com sentido(s), agir local, educar para emergência global</i>	
Learn with meaning(s), act locally, educate for global emergency	
Aprender con significado(s), actuar local, educar para la emergencia global	
<b>Margarida Amélia Rodrigues</b>	168
Fase 2   Phase 2	175
<i>Del “no uses aerosol” al “organízate y lucha”, por una enseñanza de las ciencias que sea sinónimo de transformación social</i>	
From "do not use aerosol" to "get organized and fight", for a science teaching that fosters social transformation	
Do "não use o aerossol" ao "organiza-te e luta", por um ensino de ciências sinônimo da transformação social	
<b>Yonier Alexander Orozco Marín</b>	176
<i>The way forward: science is imperative for human survival</i>	
O caminho a seguir: a ciência é imperativa para a sobrevivência humana	
El camino hacia adelante: la ciencia es imperativa para la supervivencia humana	
<b>William C. Kyle, Jr.</b>	179
<i>Escola para a mudança: educar para identificar problemas, pensar, criar soluções e agir</i>	
School for change: educate to identify problems, think, create solutions and act	
Escuela para el cambio: educar para identificar problemas, pensar, crear soluciones y actuar	
<b>Margarida Amélia Rodrigues</b>	185
<i>Aprender com a natureza e a dimensão pedagógica dos conflitos ambientais: abordagem da ecologia política nas discussões do clima</i>	
Learning from nature and the pedagogical dimension of environmental conflicts: addressing political ecology in climate discussions	
Aprender de la naturaleza y la dimensión pedagógica de los conflictos ambientales: abordaje de la ecología política en los debates sobre el clima	
<b>Rafael Nogueira Costa, Robson Loureiro, Celso Sánchez</b>	188

<b>Secção 4 – Recensões Críticas</b>	
<b>Section 4 – Critical Reviews</b>	
<b>Sección 4 – Reseñas Críticas</b>	<b>191</b>
<hr/>	
<i>Recensão crítica do livro “21 lições para o século XXI” (2018) de Yuval Noah Harari</i>	
Critical review of the book “21 lessons for the 21st century” (2018) from Yuval Noah Harari	
Reseña crítica del libro "21 lecciones para el siglo XXI" (2018) de Yuval Noah Harari	
<b>Cecília Galvão</b>	<b>193</b>
<i>Recensão crítica da obra - Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para aplicação no ensino médio e na formação de professores</i>	
Critical review of the book - Problem-based learning: grounds for application in high school and teacher training	
Reseña crítica de la obra - Aprendizaje basado en problemas: bases para la aplicación en la enseñanza secundaria y la formación de profesores	
<b>Salete Linhares Queiroz</b>	<b>195</b>
<i>Recensão crítica do livro “O sentido da matemática e a matemática do sentido” de Sandra Maria Nascimento de Mattos</i>	
Critical review of the book "The meaning of mathematics and the mathematics of the meaning" by Sandra Maria Nascimento de Mattos	
Reseña crítica del libro "El sentido de las matemáticas y las matemáticas del sentido" de Sandra Maria Nascimento de Mattos	
<b>Ubiratan D’Ambrosio</b>	<b>197</b>
<i>Recensão crítica de “Lá Fora, Guia para descobrir a natureza”</i>	
Critical review of “Outside, guide to discover nature”	
Reseña crítica de “Ahí Fuera, guía para descubrir la naturaleza”	
<b>Maria Francisca Macedo</b>	<b>199</b>
<b>Secção 5 – Tem a palavra...</b>	
<b>Section 5 – Giving the floor...</b>	
<b>Sección 5 – Tiene la palabra...</b>	<b>201</b>
<hr/>	
<i>Tem a palavra...Fátima Paixão</i>	
Giving the floor...Fátima Paixão	
Tiene la palabra...Fátima Paixão	<b>203</b>
<i>Tem a palavra...Bárbara Carine e colegas</i>	
Giving the floor...Bárbara Carine and colleagues	
Tiene la palabra...Bárbara Carine y colegas	<b>207</b>
<i>Tem a palavra...Francisca Macedo</i>	
Giving the floor...Francisca Macedo	
Tiene la palabra...Francisca Macedo	<b>210</b>
<i>Tem a palavra...Jorge Teixeira</i>	
Giving the floor...Jorge Teixeira	
Tiene la palabra...Jorge Teixeira	<b>215</b>

**EDITORIAL**

Eis uma nova revista no espaço editorial da academia no contexto internacional: **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** dedica a sua atenção à Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. É uma revista aberta ao mundo, mas que se dirige, de forma mais particular, às comunidades de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia em Portugal, Brasil, Espanha e outros países falantes de português ou espanhol. Estas comunidades são constituídas por estudantes, investigadores, professores, educadores e divulgadores na área da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

É uma revista que acolhe e valoriza a investigação e a prática tratando-as com igual dignidade editorial, abrindo espaço para as duas formas de trabalho e reconhecendo a cada uma o seu estatuto epistemológico próprio e a sua saudável interdependência. A investigação e a prática têm diferentes objetos, abordagens, métodos e praxis. Ambas podem ter o mesmo rigor e idêntica relevância. À investigação o que é da investigação e à prática o que é da prática e, no entanto, podem e devem dialogar enriquecendo-se mutuamente.

A **APEDuC Revista** procura lançar o debate, recorrendo a modos, enfoques e visões diferenciados, sobre temas em relação aos

Here is a new journal in academia's editorial space in the international context: **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** devotes its attention to Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education. It is a journal open to the world, but more particularly addressed to the Science, Mathematics, and Technology Education communities in Portugal, Brazil, Spain, and other Portuguese or Spanish speaking countries. These communities are made up of students, researchers, teachers, educators, and disseminators in the area of Education in Science, Mathematics, and Technology.

It is a journal that welcomes and values research and practice by treating them with equal editorial dignity, opening space for both forms of work, and recognizing each one its epistemological status and its balanced interdependence. Research and practice have different objects, approaches, methods, and praxis. Both can have the same rigour and relevance. To research what is of research and to practice what is of practice, and yet they can dialogue by enriching each other.

The **APEDuC Journal** is a journal that seeks to launch the debate using different ways, approaches, and visions, on subjects where



quais a investigação e a prática em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia precisam de ter uma agenda guiada pelo interesse de preservar a nossa Casa Comum.

É uma revista que tem bem ciente que a Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia tem de dialogar no seu interior e com as outras áreas de conhecimento. Os problemas complexos (e em algumas circunstâncias inesperados como o provocado pelo Covid 19) que a nossa sociedade enfrenta carecem de uma Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia que seja reconhecida, respeitada e valorizada pela sociedade. Requerem, igualmente, que se articulem os contributos das diversas Ciências, e das diferentes áreas da Matemática e da Tecnologia e de uma visão das Ciências, Matemática e Tecnologia interdisciplinar, complementar e humanista.

Um projeto de uma nova revista científica, como é o caso da **APEduC Revista**, é um empreendimento arrojado e de um grande alcance na área em que publica. De outro modo não valeria a pena!

A Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia é ela própria uma área de atividade humana à qual, apenas recentemente, tem sido atribuído um estatuto epistemológico e uma relevância social muito próprios. E, por conseguinte, criar uma revista nesta área de atividade humana que dê relevância à investigação e à prática é um ato de coragem, mas também de inteligência coletiva.

A equipa de Editores, Conselheiros e Revisores da **APEduC Revista** teve a coragem e a inteligência coletivas de construir um espaço de publicação rigoroso para que os atores da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia sejam também autores neste espaço de publicação que se rege por:

- um foco e uma identidade claros e diferenciadores: valoriza e publica de igual modo a investigação (Secção 1) e a prática educativa fundamentada (Secção 2), bem como a articulação

research and practice in Science, Mathematics, and Technology Education need to have an agenda guided by the interest of preserving our Common House.

It is a journal that is well aware that Science, Mathematics, and Technology Education has to dialogue within itself and with other areas of knowledge. The complex problems (and in some unexpected circumstances such as that caused by Covid 19) that our society faces needing a Science, Mathematics, and Technology Education that is recognized, respected and valued by society. They also require an articulation of the contributions of the different Sciences, and the different areas of Mathematics and Technology, and an interdisciplinary, complementary, and humanistic vision of Science, Mathematics, and Technology.

A project for a new scientific journal, such as **APEduC Journal**, is a bold and far-reaching undertaking in the area it publishes. Otherwise, it would not be worth it!

Science, Mathematics, and Technology Education is itself an area of human activity to which only recently has been attributed an epistemological status and social relevance of its own. And therefore, creating a journal in this area of human activity that gives relevance to research and practice is an act of courage, but also collective intelligence.

The team of Editors, Advisors, and Reviewers of **APEduC Journal** had the courage and collective intelligence to build a rigorous publication space for the stakeholders of Science, Mathematics and Technology Education to also be authors in this publication space that is guided by:

- a clear and differentiating focus and identity: it equally values and publishes research (Section 1) and informed educational practice (Section 2), as well as the articulation between them (Section 3), which is relevant to

entre ambas (Secção 3), que é relevante para a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, em contextos formais e não formais.

- uma abertura ao mundo: apresenta títulos, resumos e palavras-chave de todos os artigos que publica em português, espanhol e inglês e acolhe artigos em qualquer uma destas três línguas.

- uma ambição patente e explícita: cria um espaço de debate (Secção3) e de montra do que melhor se faz na educação científica, matemática e tecnológica em Portugal e no mundo (Secção 4, Secção 5). Ambos os espaços criam as condições para construir uma agenda sempre renovada da Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

A ***APEduC Revista*** nasceu da vontade e querer da Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC que reúne investigadores, educadores e professores que desenvolvem atividade profissional na área da Educação em Ciências. Adicionalmente, o querer da direção da APEduC, na pessoa da sua presidente, a quem pessoalmente agradeço a confiança para me permitir constituir uma equipa e colocar de pé um projeto que estendesse o âmbito da própria associação.

Este primeiro número da ***APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education*** procura desde já afirmar:

- o seu foco com artigos em áreas diversas, complementares e transversais das Ciências, Matemática e Tecnologia, em contextos formais e não formais.

- a sua identidade com artigos de investigação (Secção 1) e de práticas educativas fundamentadas (Secção 2) que se podem complementar. Na Secção 1 foram convidados dois autores: um apresenta uma revisão da Educação em Ciências

Science, Mathematics, and Technology Education, in formal and non-formal contexts.

- an opening to the world: it presents titles, abstracts, and keywords of all the articles it publishes in Portuguese, Spanish, and English and welcomes articles in any of these three languages.

- a clear and explicit ambition: it creates a space for debate (Section 3) and a shop window for the best that is done in Science, Mathematics, and Technology education in Portugal and the world (Section 4, Section 5). Both spaces create the conditions to build an ever-renewed agenda of Research and Practice in Science, Mathematics, and Technology Education.

The ***APEduC Journal*** was born from the will and desire of the Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC [Portuguese Association of Science Education], that brings together researchers, educators, and teachers who develop a professional activity in the area of Science Education. Moreover, the desire of APEduC direction, in the person of its president, whom I personally thank for the confidence to allow me to constitute a team and to set up a project that would extend the scope of the association itself.

This issue of ***APEduC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education*** seeks to affirm right now:

- its focus with articles in diverse, complementary, and cross-cutting areas of Science, Mathematics and Technology, in formal and non-formal contexts.

- its identity with research articles (Section 1) and accounts of grounded educational practices (Section 2) that can complement each other. In section 1, two authors were invited: one presents a review of Science Education in Brazil,

no Brasil e outro apresenta uma revisão da Educação CTS na Comunidade Ibero-Americana. Ainda nesta Secção são apresentados dois artigos que investigam práticas de sala de aula com perspectivas diferentes. A Secção 2 contém dois artigos convidados: um sobre a formulação de problemas de Matemática na sala de aula de educação infantil, em Espanha, e outro sobre como funciona um Centro Integrado de Educação em Ciências em Portugal. São ainda apresentados artigos que se focam em diversas práticas educativas nas áreas da Matemática, Física e Tecnologia.

- a sua abertura ao mundo acolhendo contributos vindos de Portugal, Brasil, Espanha, Colômbia e Estados Unidos da América.

- a sua ambição de contribuir para a construção de uma agenda para mudar e melhorar a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia no contexto internacional. Convidamos investigadores e educadores de diferentes países, de reconhecido mérito, para abordarem e proporem, à luz dos desafios da emergência climática, uma agenda para melhorar a Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (Secção 3). Finalmente, na Secção 4 alguns membros do Conselho Editorial propõem sugestões de leitura com potencial interesse para a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Na Secção 5 são apresentados projetos inovadores nesta mesma área.

Por fim, é com muita alegria que chegamos ao lançamento do primeiro número da **APeDuC Revista**. Agradecemos a todos os autores o seu contributo e a todos os revisores anónimos o seu empenho na revisão dos manuscritos. Convidamos toda a comunidade da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia a ler, usar e divulgar a **APeDuC Revista**.

and the other presents a review of STS Education in the Ibero-American Community. Also, in this section are two articles that investigate classroom practices with different perspectives. Section 2 contains two guest papers: one on the formulation of Math problems in the early childhood education classroom, in Spain, and the other on how an Integrated Science Education Centre works in Portugal. Articles that focus on various educational practices in the areas of Mathematics, Physics, and Technology are also presented.

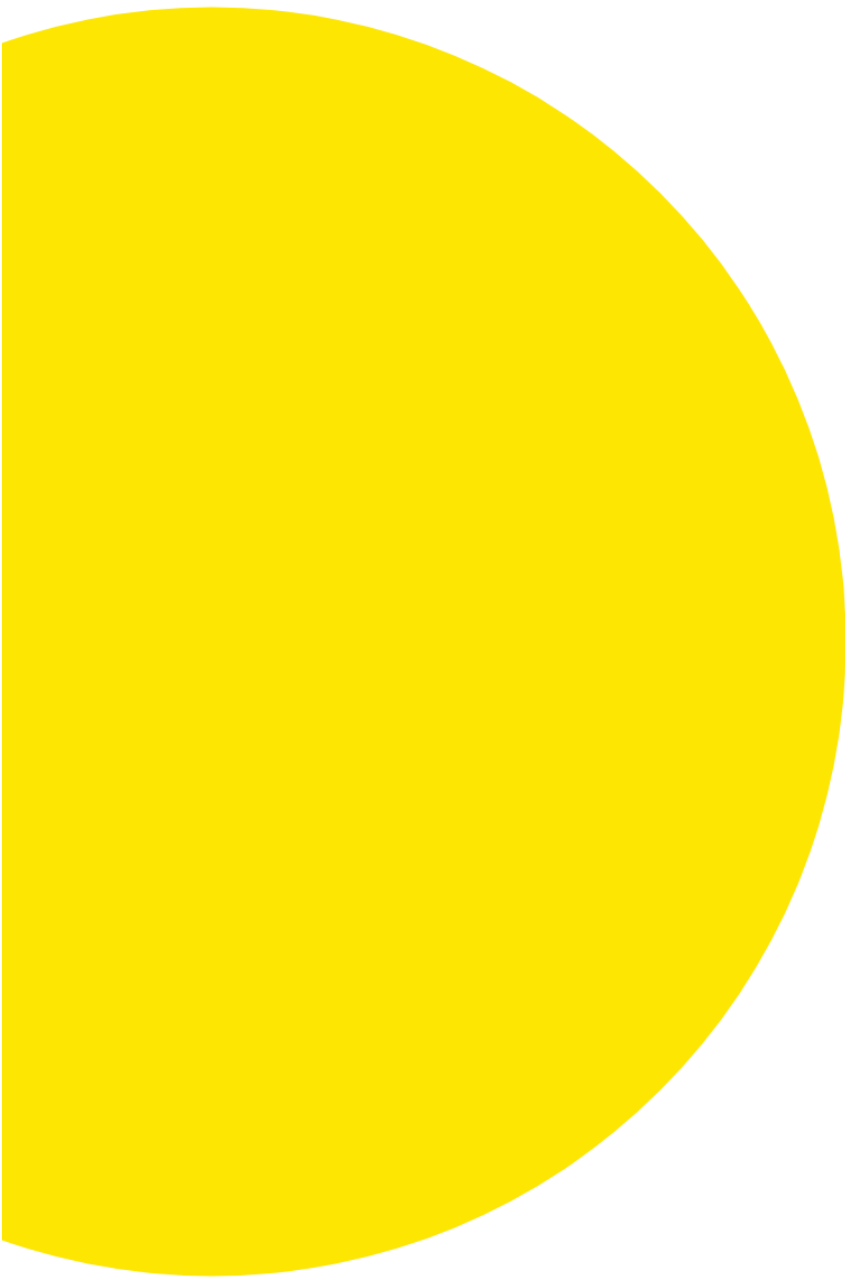
- its openness to the world welcoming contributions from Portugal, Brazil, Spain, Colombia, and the United States of America.

- its ambition to contribute to building an agenda for change and improving Science, Mathematics, and Technology Education in the international context. We invite researchers and educators from different countries, of recognised merit, to address and propose, in light of the challenges of the climate emergency, an agenda to improve Research and Practice in Science, Mathematics, and Technology Education (Section 3). Finally, in Section 4, some members of the Editorial Board propose reading suggestions with potential interest for Science, Mathematics, and Technology Education. In Section 5, innovative projects are presented in this same area.

Finally, it is with great joy that we arrive at the launch of the first issue of **APeDuC Journal**. We thank authors for their contribution and the anonymous reviewers for their commitment in reviewing the manuscripts. We invite the entire Science, Mathematics, and Technology Education community to read, use, and disseminate the **APeDuC Journal**.

J. Bernardino Lopes

Diretor | Editor



INVESTIGAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,  
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

**S1**

—

RESEARCH IN SCIENCE,  
MATHEMATICS AND  
TECHNOLOGY EDUCATION

# S1

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

---

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

---

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

## REVISITANDO ORIENTAÇÕES CTS|CTSA NA EDUCAÇÃO E NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

### REVIEWING STS|STSE GUIDELINES IN EDUCATION AND SCIENCE TEACHING

### REVISANDO LAS DIRECTRICES DEL CTS|CTSA EN LA EDUCACIÓN Y EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**Isabel P. Martins**

CIDTFF & Universidade de Aveiro, Portugal

imartins@ua.pt

**RESUMO** | A educação em ciências, numa perspetiva de cultura científica, é um propósito das sociedades contemporâneas. Perceber como evoluíram as orientações dadas ao ensino das ciências nas últimas décadas e que autores, projetos, revistas dedicadas, congressos e seminários foram marcantes, permitirá compreender a génese e a afirmação do movimento CTS | CTSA, difundido em países de quase todos os continentes. De que modo o pensamento CTS | CTSA na educação em ciências se repercutiu em orientações curriculares, programas, estratégias e recursos didáticos, com vista a alcançar uma cidadania mais culta do ponto de vista científico, é o cerne deste artigo. Advoga-se que a inovação em educação e as políticas educativas deverão ter em conta resultados da investigação própria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em ciências, CTS | CTSA, Cultura científica, Contextualização, Currículo de ciências.

**ABSTRACT** | Science education, from a scientific culture viewpoint, is a goal of contemporary societies. An in-depth understanding of how science teaching guidelines have evolved in recent decades as well as of the authors, projects, specific journals, congresses and seminars that have stood out in this research field will allow us to understand how the STS|STSE movement emerged and grew stronger, having been disseminated in countries of nearly every continent. This paper aims at reflecting upon how STS|STSE thinking within the scope of science education has had an impact in curricular orientations and programs, strategies and didactic resources, in order to achieve a more cultured citizenship from a scientific point of view. It is argued that innovation in education and in educational policies will always depend on its own research.

**KEYWORDS:** Science education, STS | STSE, Scientific culture, Contextualization, Science curriculum.

**RESUMEN** | La educación científica, desde la perspectiva de la cultura científica, es un propósito de las sociedades contemporâneas. Comprender cómo han evolucionado las directrices dadas a la enseñanza de la ciencia en las últimas décadas y qué autores, proyectos, revistas especializadas, congresos y seminarios han sido destacados, nos permitirá comprender la génesis y afirmación del movimiento CTS|CTSA, extendido en países de casi todos los continentes. El núcleo de este artículo es cómo el pensamiento CTS | CTSA en educación científica se ha reflejado en las orientaciones y programas curriculares, las estrategias y los recursos didáticos, de cara a lograr una ciudadanía más culta desde el punto de vista científico. Se argumenta que la innovación en educación y las políticas educativas deben tener en cuenta los resultados de su investigación.

**PALABRAS CLAVE:** Educación científica, CTS | CTSA, Cultura científica, Contextualización, Currículum de ciencias.

## 1. INTRODUÇÃO

A investigação em educação em ciência /educação em ciências (*science education*, na terminologia anglo saxónica) existe há cerca de 100 anos. Com efeito, a primeira revista académica da área, *General Science Quarterly*, foi publicada pela primeira vez em novembro de 1916, iniciando-se esse No. 1 com um artigo de John Dewey intitulado “Method in Science Teaching”. Desde então, a revista continuou a ser publicada de forma regular. Em 1930 mudou o nome para *Science Education* e assim se manteve até hoje (vol. 104, em janeiro de 2020). No entanto, só perto do final do século XX a área de educação em ciência adquiriu, segundo Fensham, o estatuto de área científica autónoma (Liu & Wang, 2019). O número extraordinário de publicações, tais como revistas científicas dedicadas, *handbooks*, congressos internacionais, programas doutorais em universidades prestigiadas, financiamento da investigação com base nos mesmos critérios das outras áreas científicas, conferem-lhe um estatuto de área científica que não pode ser negado. Apesar destes requisitos, é opinião de muitos de nós que ainda estamos longe de ser reconhecidos como tendo uma posição equivalente à das áreas científicas tradicionais. Este é um tema que merece ser, futuramente, abordado de forma dedicada.

Outras questões se podem colocar ainda. Por exemplo, Educação em Ciências pode ser uma disciplina curricular, como acontece com Física, Química, Biologia ou Matemática? Que razões existem para se distinguir educação em ciência de educação em ciências? Será este um problema de natureza conceptual?

Apesar destas questões, eventualmente legítimas, o presente texto pretende seguir um caminho mais objetivo, assumindo, desde já, a educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) como um ramo (ou uma dimensão) da educação em ciência/ciências.

Por razões de focagem do presente texto na educação e no ensino das ciências, não serão abordados aqui outro tipo de estudos CTS como, por exemplo, aqueles que buscam compreender e aprofundar a dimensão social da ciência e da tecnologia, quer quanto aos seus antecedentes, quer quanto às suas repercussões éticas, ambientais ou culturais, os quais se situam no campo da Sociologia ou da Filosofia da Ciência.

## 2. EDUCAÇÃO E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A importância da educação para todos é um lugar comum e poucos (ou nenhuns) argumentos novos podem ser acrescentados. Muitos dos textos publicados sobre o tema, há duas décadas atrás, parecem-nos atuais quanto à pertinência dos princípios e propostas que advogam.

A sociedade evoluiu no domínio tecnológico, a população mundial cresceu, a esperança de vida continua a aumentar, novos problemas surgem, uns resultantes de catástrofes naturais e, por isso, não controláveis, outros de origem humana, as epidemias virais tornam-se uma ameaça para a humanidade, mas a consciência de muitos sobre as causas de graves problemas ambientais não é, no entanto, razão para gerar consenso sobre medidas a tomar pelos poderes políticos. Praticamente todos os dias existem situações novas e é corrente afirmar-se a importância da intervenção da escola, isto é, da educação formal. Mas, afinal, qual é o papel da escola? Serão os decisores políticos da educação e os professores a ‘chave de resolução’ de tantos e tão graves problemas? Claro que a resposta será ‘não’. Aliás, não existe nenhuma situação grave cuja solução dependa apenas da intervenção de um grupo particular. Ainda que caiba à escola um papel importante, quando estariam disponíveis e ativos civicamente os estudantes que hoje

a frequentam? No entanto, esta constatação não dispensa a intervenção de investigadores, educadores e poder político. Será sobre esse papel o foco do presente texto construído como uma reflexão sobre alguns dos momentos importantes das últimas décadas no domínio da educação em ciências em contexto escolar, sobretudo nos ensinamentos básico e secundário. A escolha dos destaques que se seguem poderá sempre ser questionada. Dirão uns que foram omitidos marcos, projetos, autores e ideias importantes. Dirão outros que o importante seria centrarmos em temas educativos que nos afetam hoje diretamente, ou a outros com quem partilhamos propósitos e desafios, em vez de visitar um passado mesmo recente. O que, a seguir, se descreve será, portanto, uma parte da história da educação em ciências, dos progressos alcançados, dos desafios que persistem, apesar de muitos esforços já desenvolvidos para solucionar problemas.

Investigar em educação para fundamentar intervenções, não é isento de riscos de opinião contrária, quer do público, quer de políticos, em particular. Para muitos, se o que foi 'demonstrado' não funciona é porque não se trata de conhecimento científico. Ora, a questão não é tão linear. Há problemas idênticos em várias épocas ou em diferentes lugares geográficos, mas as soluções terão de ser diferentes. Aliás, os problemas repetem-se ao longo dos tempos, não porque não tenha havido intervenção, mas porque as soluções hoje precisam de ser outras.

Quando se fala de globalização da educação, estamos longe de pensar, ou defender, que a educação em contexto escolar deveria ser a mesma em todo o mundo. Isso não é possível, nem poderia ser praticado, dados os fatores que condicionam o que é exequível fazer, assim como as aspirações legítimas de cada sociedade, em cada época. Mas aquilo que se constata é que os problemas da escola, em termos de aprendizagens desejáveis a alcançar por todos, a reduzida motivação dos alunos por temas e contextos académicos, por exemplo, são transversais a muitos países. Por isso, compreender o que foi feito por outros poderá ajudar-nos a desenhar formas de ultrapassar os nossos problemas. A investigação científica em educação tem esse propósito: o conhecimento construído sobre casos e contextos particulares abre portas a soluções novas para esses e outros públicos.

### **3. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E ENSINO DAS CIÊNCIAS**

A educação em ciências, o ensino das ciências, as aprendizagens em ciências, são temas intrinsecamente relacionados e, por isso, relacionáveis. A forma como projetamos tais relações dependem dos quadros de referência usados.

Assume-se, como ponto de partida, que a educação em ciências é para todos e todos devem aprender alguma Ciência. As ciências são hoje uma componente curricular da escolaridade obrigatória na maioria dos países, embora não sejam idênticos os anos de escolaridade para o seu início, nem o número de anos em que se estuda ciências, seja de cariz generalista (currículo comum a todos os alunos) ou de escolha /orientação curricular por áreas. Também vai variando a organização disciplinar: área integrada nos primeiros anos, multidisciplinar (por exemplo, Ciência da Natureza / Ciências Naturais), bidisciplinar (Física e Química; Biologia e Geologia) e, por fim, disciplinar (Física, Química, Biologia, Geologia).

As razões para a inclusão de ciências (ou das ciências) nos currículos assentam em dois pressupostos. O primeiro é que o conhecimento científico faz parte do património cultural da humanidade e, portanto, a formação em contexto escolar deve incorporar princípios, leis e conhecimento factual relevante na história da ciência. Como aprender ciências é uma tarefa



árdua necessita, por isso, de professores preparados cientificamente (didática e saber disciplinar) para o seu ensino. Tão-pouco se pense que tal preparação é apenas necessária para anos de escolaridade mais avançados (Rodrigues & Martins, 2018). O segundo pressuposto é que o conhecimento científico capacita os indivíduos para melhor saberem compreender o mundo que os cerca e, portanto, melhor saberem tomar decisões sobre situações-problema de dimensão científico-tecnológica. Enquanto o primeiro pressuposto é de natureza cultural, o segundo é de cariz prático-funcional.

Muito se tem argumentado sobre o público-alvo da educação em Ciência, isto é, *para quem* e qual é a sua finalidade, ou seja, *para quê*. Uma síntese dos argumentos mais usados é sistematizada por Cachapuz, Praia e Jorge (2002), os quais se socorrem de outros autores. A discussão de *para quem*, está resolvida, em cada país, pelo poder político quando define o currículo escolar, uma decisão sempre política. Já a finalidade (o *para quê*) é o ponto delicado. Em diferentes épocas as finalidades da educação em Ciência foram distintas. A perspetiva de uma educação em Ciência que contribua para indivíduos cientificamente cultos e capazes de intervir em sociedades democráticas é, porventura, muito desafiadora para os propósitos da escola. Ainda que se concorde com o princípio, prevalecerá a questão sobre quais os saberes que a escola deve ajudar cada um a alcançar. Serão esses saberes dependentes da época, já que a intervenção cidadã será sempre contextualizada?

Pensar o ensino das ciências para todos, assumindo escolas com população heterogénea resultante de uma crescente miscigenação de culturas, e que estar na escola é um direito de todos e não apenas das elites e dos bons alunos, implica conceber um ensino flexível, individualizado e motivador para cada um dos alunos. Será isto possível? Como poderemos preparar-nos para tal fim?

Ora, a educação trata de princípios e metas, o que é diferente de ensino que se ocupa de estratégias didáticas para alcançar as metas educativas propostas. O propósito da educação dita, isto é, orienta o currículo escolar, o qual estará primeiro focado num ensino generalista, aquilo que é essencial que todos adquiram, e depois num ensino mais especializado/orientado por áreas de conhecimento (ensino secundário, em Portugal)<sup>1</sup>.

O currículo e os programas traduzem, portanto, a decisão política. Os decisores políticos solicitam muitas vezes a colaboração de investigadores de vários domínios científicos, dando preferência a uns ou a outros, visto os documentos produzidos e publicados deverem ser fundamentados em linhas de pensamento. Por isso se diz que a mudança de governo traz, muitas vezes, mudanças de orientações curriculares. Produzir currículos e programas é um processo complexo e a sua publicação não garante que os mesmos sejam operacionalizados, da mesma maneira, em todas as escolas e para todos os alunos.

Para Roldão (2009), o currículo representa o conjunto de aprendizagens que, em cada época e sociedade, são consideradas socialmente desejáveis e que a escola deve ter a responsabilidade de assegurar. Mas para isso ser alcançável é necessária a definição de programas disciplinares, os quais se constituem como programas de ação ou “instrumentos do currículo”.

---

<sup>1</sup>O conceito de escolaridade obrigatória é distinto de currículo e tem a ver com o número de anos que um indivíduo deve passar em contexto escolar (12 anos, 6-18 anos de idade, em Portugal).

Uma classificação de currículo pode incluir: (1) o currículo idealizado – baseado em princípios acordados e explicitados; (2) o currículo formalizado – traduzido em documentos e baseado em critérios de interesse educacional; (3) o currículo percebido – a interpretação dos professores sobre os documentos publicados; (4) o currículo operacionalizado – aquele que é praticado em sala de aula; (5) o currículo atingido – avaliado nas aprendizagens alcançadas pelos alunos, tendo em conta todas as dimensões do currículo idealizado.

Embora não seja isento de polémica a discussão sobre o modelo de currículo, por exemplo, quais as disciplinas que o integram, a sua sequência e extensão relativa, os programas são a parte mais visível e aquilo que condiciona o trabalho dos professores. Mas como definir a importância de um conteúdo disciplinar? Como certificar a importância de um tema programático, face à extensa diversidade daqueles que podem ser tratados, todos justificáveis? Há razão para manter a organização dos programas ao longo dos tempos ou o seu conteúdo deve ajustar-se a novos conhecimentos entretanto alcançados? Como saber o que é importante aprender hoje na escola se, na vida adulta, cada indivíduo irá inserir-se numa sociedade com novos conhecimentos, saberes e novos desafios? Aquilo que é preciso ter em conta, na construção curricular, são as competências (conhecimentos, capacidades, atitudes e valores) que cada indivíduo deverá alcançar, em contexto escolar, para saber fazer novas aprendizagens. Defende-se que cada aluno deverá ter adquirido, à saída da escolaridade obrigatória, as competências básicas que o habilitem a ser um cidadão ativo e interventivo em sociedades democráticas (d'Oliveira Martins *et al.*, 2017).

Todas as disciplinas curriculares deverão contribuir para o perfil desejável do aluno, e as ciências terão aí o seu papel. Mas defende-se que será a orientação didática a dimensão que maior influência poderá ter na construção de competências a alcançar pelos alunos. Esta dimensão tem sido um dos princípios organizadores de muitos projetos de ensino de ciências, de modo a tornar o aluno o centro da aprendizagem e as aprendizagens o centro do processo educativo. Saber ser questionador, crítico, reflexivo, criativo, comunicador, argumentativo, flexível perante a mudança, culto do ponto de vista científico para a sua idade, saber resolver problemas, são competências que a aprendizagem das ciências deve permitir alcançar. E será através da intervenção didática que isso será mais facilmente atingido.

A generalização do ensino das ciências na escolaridade obrigatória aconteceu depois da Segunda Guerra Mundial. Antes disso, aprender ciências destinava-se a quem queria seguir estudos universitários em ciências. Mas terá sido o lançamento do Sputnik, em 1957, pela União Soviética, o que marcou um *antes e depois* no ensino das ciências, tal foi o impacto que o acontecimento teve nos EUA. Como tinha sido possível os soviéticos ultrapassarem os norte-americanos neste campo? Era preciso renovar o ensino das ciências e captar mais jovens para a C&T. Esta foi a aposta seguida por decisores políticos norte-americanos apoiados por investigadores.

### **3.1 Cultura científica na escola**

Cultura (ou literacia) científica e tecnológica é hoje considerada como um direito dos cidadãos nas sociedades democráticas e também como um instrumento privilegiado para se poder participar conscientemente em decisões políticas colocadas a discussão pública. Se este princípio colhe aceitação de muitos, o mesmo não acontece sobre o modo como a escola pode contribuir para tal. Mais, são muitos os autores que questionam a possibilidade de tal acontecer

de forma generalizada e qual deve ser o papel da escola nesse propósito. Por exemplo, Miller (1994) defende que analfabetos funcionais haverá sempre.

Segundo a AAAS (American Association for the Advancement of Science), relatório de 1989, um indivíduo cientificamente culto está consciente de que a Ciência, a Matemática e a Tecnologia são empreendimentos interdependentes sólidos, mas com limitações; compreende conceitos-chave e princípios da ciência; usa conhecimento científico e processos de raciocínio científico a nível individual e social (Glynn & Muth, 1994).

Mas estejamos conscientes de que atingir um nível de cultura científica para todos é um projeto coletivo que vai para além da escola, o que implica apostas pessoais e fortes investimentos institucionais (Gago, 1990). Apesar de difícil, continua-se a defender que a cultura científico-tecnológica é essencial para a participação cidadã informada e responsável, em sociedades democráticas (Olivé, 2015). Mas será apenas o conhecimento a única dimensão que importa para se tomarem decisões corretas? A resposta não é linear nem única para todos. Existem outras dimensões do ser humano que interferem nas decisões, tais como crenças, preconceções e até superstições.

Mais, podemos ter uma conceção ampla ou restrita de cultura científica. Numa conceção ampla, a cultura científica tem a ver com o grau de implantação da ciência na sociedade através de instituições e organizações, de grupos e coletivos sociais organizados de modo a intervir no sistema educativo, na comunicação social, na assessoria especializada para a tomada de decisão política em diversos campos. Na perspetiva restrita, a mais habitual na literatura, cultura científica refere-se à alfabetização científico-técnica dos cidadãos (Osório, 2015).

### 3.2 Movimento CTS e Educação CTS<sup>2</sup>

Assumem muitos autores que a educação em ciências deve preparar os estudantes para enfrentarem o mundo socio-tecnológico em mudança, onde valores sociais e éticos são relevantes. Para isso poder acontecer não é indiferente *o que* se ensina nem *como* se ensina.

A educação em ciências de orientação CTS procura abordar temas e conceitos de C&T inseridos em contextos reais, sociais, dando, assim, sentido funcional aos conceitos canónicos. Tal não significa que se aligeiram os conceitos, mas advoga-se a conveniência de mostrar a importância social da C&T. Note-se, no entanto, que a orientação CTS não é exclusiva de disciplinas de ciências exatas e naturais, e a abordagem didática de uma dada questão societal, do ponto de vista científico-tecnológico e socio-humanista, contribui para a aproximação das “duas culturas” (Chripino, 2017). Para este autor a educação CTS é uma abordagem curricular e uma escolha de política educativa. Outros autores consideram CTS como um novo paradigma de educação em ciências (Mansour, 2009).

O século XX foi pródigo em descobertas e invenções que mudaram a vida das pessoas, permitiram duplicar a esperança de vida nos países industrializados e trilhar caminhos não imaginados. A descoberta da penicilina (1929), da pílula anticoncepcional (1960), a exploração do espaço em naves tripuladas e a chegada à Lua (1969) foram conquistas científico-tecnológicas

---

<sup>2</sup> ‘Movimento’ é aqui usado para referir intervenções sociais de reivindicação de mudanças, conduzidas por grupos estruturados. No caso do Movimento CTS, os promotores foram educadores e investigadores em educação em ciência preocupados com os fracos resultados do ensino tradicional. Segundo Solomon e Aikenhead (1994) o termo ‘STS Movement’ foi largamente usado por revistas, organizações, projetos de investigação, currículos, manuais escolares e conferências.

marcantes. Foram-no também, pela negativa, acontecimentos como Auschwitz e o holocausto (década de 1940), o desastre industrial de Bhopal (Índia, 1984), os acidentes com a central nuclear de Tchernobyl (Ucrânia, 1986) e de Fukushima (Japão, 2011). Mas a criação da World Wide Web (1992) terá sido a invenção que veio revolucionar as comunicações de base eletrónica à escala mundial. A partir de então a internet cresceu e difundiu-se em todo o mundo, sendo considerada a maior criação tecnológica, depois da invenção da televisão comercial na década de 1950. Redes sociais, plataformas digitais de partilha de dados, Skype e YouTube vieram revolucionar, no século XXI, aquilo que fazemos e o modo como comunicamos. Nada já se compara com o século anterior, mesmo a última década, no modo de trabalhar, viajar ou, simplesmente, tomar conhecimento do que acontece em locais recônditos. A internet móvel marcou profundamente a sociedade atual e os jovens de hoje não podem ser ensinados como foram os seus pais ou os seus professores. Mais, não é/ deveria ser possível continuar a ensinar a mesma ciência, e da mesma maneira, que há décadas atrás (Sanmartí Puig & Marchán Carvajal, 2015).

Hoje a Ciência cresce a ritmo não imaginado. Por exemplo, em cada dia sintetizam-se 15 mil novas moléculas, o que abre muitas e novas perspectivas, em muitos domínios científico-tecnológicos.

Que orientações devem ser seguidas, nas sociedades atuais, para o ensino das C&T? A resposta não poderá, nem deverá ser única, pois o projeto de sociedade varia com o local e a época de que estamos a falar. No entanto, ter como meta um ideal de sociedade mais justa, mais habilitada a desenvolver-se e mais ambiciosa nos valores a atingir, deve ser preocupação de todos. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular o ODS 4, convocam-nos a todos para investir mais em educação e a Agenda 2030 deve constituir uma orientação para políticas públicas em todos os países (Gil & Vilches, 2016).

A importância da educação em ciências, como via para enfrentar e ajudar a ultrapassar alguns dos graves problemas com que a sociedade se confronta, não está a ser bem equacionada, segundo alguns autores. Considerar os jovens (10-24 anos hoje, 24% da população mundial) como beneficiários, apenas, da Agenda 2030, não é correto. Eles serão, de facto, os agentes críticos da implementação dos ODS (Kyle Jr., 2020).

### 3.2.1 *As origens*

A compreensão das múltiplas inter-relações CTS tem ocupado académicos e investigadores em vários pontos do mundo, com destaque para a Europa e América do Norte. O lançamento das bombas atómicas de Hiroshima e Nagasaki, 1945, e desastres químicos e biológicos de grande repercussão em populações totalmente indefesas, acentuaram a consciência sobre a responsabilidade social dos impactes do conhecimento científico-tecnológico e, também por isso, o ensino das ciências deveria ser mais humanista, capacitando os indivíduos para a intervenção cidadã consciente e informada, necessária nas sociedades democráticas. A ciência é uma atividade humana e, por isso, os valores da ciência são valores humanos: questionamento, pensamento livre, comunicação aberta e tolerância.

Os programas escolares tradicionais, focados na ciência canónica, tornaram-se, aos olhos dos alunos, cada vez mais desmotivantes, porque apresentavam uma ciência fechada e dogmática, distante dos seus interesses.

A partir da década de 1970 começam a surgir projetos com a intenção de organizar currículos, definir estratégias e conceber recursos didáticos capazes de apoiar uma nova

orientação de cariz CTS a dar ao ensino formal das ciências. As designações usadas foram muito diversas, sem que tal fosse acompanhado de uma justificação caso a caso. Na literatura encontram-se expressões como ‘movimento’, ‘perspetivas’, ‘enfoques’, ‘inter-relações’, ‘abordagens’, ‘contextos’, ‘temas’, ‘orientações’, ‘dimensão’ (Costa, 2013). Ensinar C&T com vista à cultura / literacia científica passou a ser uma orientação a seguir. Os estudos CTS para o ensino das ciências começaram a ganhar visibilidade com destaque para o Reino Unido (British Association for the Advancement of Science) e EUA (NSTA - National Science Teaching Association).

Nas décadas de 1980 e 1990 surgiram propostas inovadoras para o ensino das ciências, as quais representavam uma rutura com perspetivas tradicionais de ensino de índole internalista, isto é, um ensino centrado em conteúdos canónicos da ciência. As propostas eclodiram em vários países da Europa, EUA, Canadá, Austrália e Nova Zelândia. Como exemplo referem-se os trabalhos de Holbrook (1992), Yager (1992), Hurd (1994), M. E. Santos (1994), Pedretti e Hodson (1995), Millar (1996) e González *et al.* (1996), todos eles defendendo competências que a aprendizagem das ciências, em contexto formal, deveria proporcionar. Na secção 4.1 apresentam-se alguns projetos marcantes.

É interessante notar que o movimento CTS teve uma grande repercussão em países ibero-americanos, por vezes de forma independente, partilhando, no entanto, ideias e preocupações sobre os principais impedimentos à sua implementação alargada. Veja-se o caso do artigo de Auler e Bazzo (2001), ‘Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro’, e do artigo de Martins (2002), ‘Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português’. Embora a orientação dos dois artigos seja distinta, os autores de ambos afirmam que a formação dos professores sobre educação CTS será um tema a merecer atenção e intervenção prioritária. Claro que quase duas décadas se passaram sobre estas publicações e, necessariamente, muitas coisas mudaram a nível legislativo. Mas será que as instituições de formação de professores estão articuladas, a nível nacional em cada País, sobre modelos e práticas de formação inicial e contínua de professores?

Questões sobre como incrementar a literacia científica através da educação científica para a cidadania, deram expressão e dimensão ao movimento CTS (W. Santos, 2011). Os projetos de investigação sobre questões socio-científicas em contexto formal têm crescido em número e têm-se expandido por vários países, melhorando o interesse dos jovens pelas ciências (conforme se verá na secção 4.1). No entanto, segundo alguns autores, o campo CTS abarca outras dimensões que aqui não são contempladas. Uma revisão extensa de significados do campo CTS atribuídos por Aikenhead, Luján López, Fensham, Solomon, Yager, Auler, entre outros, é apresentada por W. Santos (2011) e Costa (2013).

O foco da nova orientação para o ensino das ciências, a educação CTS, defende que as abordagens didáticas devem ser contextualizadas, contrapondo a ciência como forma de interpretar o mundo a outras formas de conhecimento ou de pensamento. Aprender ciências deveria ajudar a distinguir atitudes científicas de atitudes não-científicas. A educação em C&T para todos, incluindo futuros cientistas, deve ser um propósito transversal, criteriosamente planificado e conduzido.

### 3.3 CTS e ou CTSA?

As designações CTS e CTSA proliferam na literatura, sem que seja claro por que razão uns autores preferem uma em vez de outra. A posição, porventura, mais fundamentada pela opção por CTSA vem de Gil e Vilches (2004) que argumentam que a referência explícita ao Ambiente (traduzido pela aposição da letra 'A') nas inter-relações CTS constitui uma forma de pressão junto de todos os educadores, professores e políticos da educação, para enfatizar, na ação educativa, as estreitas relações existentes entre ambiente físico e fatores sociais e culturais (Tilbury, 1995).

Para Gil e Vilches (2004; 2011), CTSA é considerada uma dimensão do ensino das ciências a qual deve ser explicitamente abordada pelos professores como uma característica básica da atividade científica. Tendo a maioria, senão todos os problemas CTS, implicações a nível ambiental, deverão temas e problemas dessa natureza ser analisados em contexto de ensino das ciências (Aguar Santos *et al.*, 2016), pelo que tal será melhor explicitado usando a dimensão CTSA, dando relevo à situação de emergência planetária, ao agravamento da problemática socioambiental, tal como decorre do apelo de organizações internacionais (Solbes & Vilches, 2004).

A literatura internacional publicada tem vindo a usar a sigla CTSA (em inglês STSE) com a intenção de destacar o Ambiente (*Environment*), e currículos e programas de ensino das ciências têm também adotado a mesma (por exemplo, *Ciências Físicas e Naturais – Orientação Curricular - 3.º Ciclo*, Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, Portugal, 2002, revogado em 2011).

No entanto, para muitos autores prevalece a designação CTS, argumentando-se que nas múltiplas inter-relações da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade estão, inequivocamente, as questões ambientais de base científico-tecnológica e de impacte sociocultural. Esquecer a ênfase no Ambiente não parece ser a grande questão e, por isso, os defensores da educação CTS não serão nunca opositores ao movimento CTSA nem os dois devem ser considerados como vias alternativas.

A designação CTS surgiu na década de 1980, o movimento de inclusão do 'A', CTSA, apareceu na década de 1990, sobretudo após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Eco-92, realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro, na sequência da qual foi feito um apelo a que todos os educadores se implicassem na educação de crianças e jovens com vista à compreensão dos graves problemas planetários. Compreender e agir neste sentido serão sempre finalidades da educação CTS | CTSA, as quais não se defendem apenas para jovens e seus professores.

Segundo Chrispino (2017) a inclusão de 'A' torna-se uma redundância e, quando muito, poderia dar indicação do foco de incidência do trabalho em causa. Mais, diz o autor que existem também propostas de acrescentar à sigla CTS outras letras, como 'S' de Sustentabilidade (CTSS).

#### 4. ENSINO CTS – CURRÍCULO E ESTRATÉGIAS DE CONTEXTUALIZAÇÃO

O movimento CTS tornou-se um quadro referencial para autores de currículos, de programas, de estratégias e de recursos didáticos.

A defesa de um ensino de orientação CTS implica a necessidade de um modelo de desenvolvimento curricular diferente do tradicional. Essa foi, também, a preocupação dos defensores da orientação CTS, na década de 1990. No entanto, as propostas eram distintas, embora complementares. Por exemplo, Gardner (1994) defendia a construção do currículo a partir de conceitos socio-científicos e socio-tecnológicos relevantes. Hurd (1994) considerava que a definição do currículo deveria ter em conta as características da sociedade, a mentalidade dos jovens e a natureza e ética da Ciência pós-moderna. Millar (1996) defendia a importância de maior ênfase na componente tecnológica. Para este autor a grande dificuldade seria como transpor para um currículo a compreensão da Ciência como um empreendimento social.

A questão curricular era, então, uma questão muito sensível entre os defensores do movimento CTS e sob esta designação poder-se-iam abarcar vários tipos de currículos (Aikenhead, 1994), segundo a relevância dispensada à educação CTS. No total seriam oito as categorias com ênfase crescente na incidência CTS, nas palavras de Pereira (2007): (1) motivação por conteúdos CTS; (2) infusão casual de conteúdos CTS; (3) infusão intencional de conteúdos CTS; (4) disciplina singular através de conteúdos CTS; (5) ciência através de conteúdos CTS; (6) ciência em paralelo com conteúdos CTS; (7) infusão da ciência em conteúdos CTS; (8) conteúdos CTS.

Mas a questão não está fechada e a natureza do currículo de ciências, com repercussão nas estratégias de ensino, tem sido largamente debatida. Em particular discute-se se a orientação a dar aos currículos deve ser académica e, por isso, de ciência canónica, ou mais ‘popular’; se deve haver um currículo nacional ou de âmbito regional, pelo menos parcialmente; se deve ser neutro de juízos de valor ou promover o debate sobre questões socio-científicas e, neste caso, que temas escolher; se o currículo deve ser uma decisão do poder político vigente à época ou se deve seguir orientações e resultados da investigação educacional (Martins & Mendes, 2017).

Muitos têm sido os países a aderir a uma perspetiva de desenvolvimento curricular sobre temas sociais pertinentes, conferindo uma visão externalista da ciência, aspeto que o ensino centrado exclusivamente em temas canónicos não pode proporcionar. Mas, porventura, a inovação mais importante estará no campo da Didática das Ciências. Ensinar e motivar os alunos pela aprendizagem é uma tarefa própria de cada época. Para Auler (2011) o maior desafio de CTS estará na reinvenção do currículo capaz de promover o desenvolvimento social onde valores democráticos e sustentáveis deverão ser o caminho de maior justiça. Segundo Acevedo-Díaz (2009, citado em Chrispino, 2017), CTS abarca uma dupla função e orientação: (1) uma linha de investigação que procura conhecer melhor a C&T em contextos sociais, em particular nas inter-relações entre C&T e processos sociais; (2) uma proposta curricular inovadora que favoreça a participação cidadã.

Outro fator que veio introduzir um olhar da sociedade para o que se passa na escola e, por isso, pressionar os educadores e decisores, foi o PISA (*Programme for International Student Assessment*), um estudo internacional da responsabilidade da OCDE, criado no ano 2000, dirigido a alunos de 15 anos de idade, que tem por objetivo avaliar as literacias de leitura, de matemática e de ciências, contextualizando os resultados alcançados com informação sobre diferentes

dimensões dos sistemas educativos dos países participantes. Saliente-se que o PISA avalia o conhecimento científico recorrendo a contextos que envolvem questões de ciência, com relevância na atualidade, que extravasam os conteúdos curriculares. Esses contextos requerem que os alunos demonstrem as três competências que definem a literacia científica, no âmbito da avaliação PISA, mobilizando os vários tipos de conhecimento: explicar fenómenos cientificamente; avaliar e conceber investigações científicas; interpretar dados e evidências cientificamente. Esta orientação do PISA na área das ciências não deixa nenhum País indiferente quando os seus resultados são inferiores aos de outros e a atenção do público e de especialistas vira-se para os currículos vigentes<sup>3</sup>.

#### 4.1 Projetos CTS

Desde o início do Movimento CTS vários projetos surgiram para concretizar ideias curriculares e estratégias didáticas. Eis alguns exemplos emblemáticos pela novidade introduzida, à época, bem como outros em curso. Entre os pioneiros destacam-se os seguintes.

SISCON [*Science In a Social Context*, 1983] no Reino Unido; SATIS [*Science And Technology In Society*, 1986-91, 1993] no Reino Unido; PLON [*Project Leerparkket Onwikkeling Natuurkunde*, Física, 1986, 1988] na Holanda; ChemCom [*American Chemical Society*, 1980, 1988, 1992] nos EUA; CEPUP [*Chemical Education for Public Understanding Programme*, 1991] nos EUA; SALTERS [*The Salters Approach – Química, Física, Biologia*, University of York Science Group, 1989, 1990-92, 1992-94] no Reino Unido; *Science Education across Europe*, em vários países da Europa; *Project 2061 - Science for all Americans* [Rutherford e Ahlgren, 1990] nos EUA, mas com larga repercussão em muitos pontos do mundo; *Beyond 2000: Science Education for the Future* [Millar & Osborne, 1998] no Reino Unido. Estes projetos e os resultados da sua implementação foram alvo de diversos estudos e mereceram larga divulgação na comunidade académica, pelo que nas décadas seguintes influenciaram decisões curriculares e recursos didáticos de ciências, em vários países europeus, como Portugal e Espanha, e não europeus, como Canadá, Austrália e Japão.

A publicação do *National Science Education Standards* (NSES) (NRC, 1996), nos EUA, propunha grandes mudanças no ensino das ciências para o nível K-4 e sua avaliação. Por exemplo, advoga o uso de contextos reais, por oposição a memorização de conteúdos de ciências canónicos.

Dez anos depois, em 2006, Robert E. Yager questiona-se, quanto faltaria ainda para pôr em prática a visão de NSES? Haverá novas visões a considerar? Era reconhecido que a maioria dos professores deste nível etário teria uma fraca formação em ciências, apenas da sua escolaridade obrigatória. As expectativas dos pais e prioridades dos professores estavam centradas na leitura e na matemática e as ciências físicas e naturais eram relegadas para plano secundário. Yager publicou quatro monografias para apoiar os professores, organizadas por níveis de escolaridade, a coleção “*Exemplary Science*”, editada por NSTA Press. Mas, como se sabe, os recursos didáticos são uma orientação para professores interessados, não são obrigatórios. Apesar das limitações, o documento NSES fez mais na mudança da educação em ciências no nível elementar do que nos outros níveis. Desenvolver curiosidade e motivação é essencial para alunos e professores.

---

<sup>3</sup> A sétima edição PISA, realizada em 2018, reúne informação de quase duas décadas de avaliações e importa refletir sobre as suas implicações para as políticas educativas, <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>



Em 2011 surge, nos EUA, o novo projeto NGSS – *The Next Generation Science Standards* contempla novas linhas de orientação curricular, sucessivamente discutidas com a participação alargada da sociedade, com vista a uma versão capaz de ser operacionalizada. Preocupando-se com articulação de conteúdos e práticas, intra e interdisciplinas, pretendia-se disponibilizar a todos os alunos um referencial internacional para a educação em ciência K-12. A ênfase deveria estar sobre conhecimentos centrais (grandes ideias disciplinares), capacidades de pensamento crítico e criativo, e atitudes *para com* e *sobre* a Ciência<sup>4</sup>.

A nível europeu destacam-se: *SAILS – Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science*, 2012-2015, projeto europeu, 12 países, envolveu mais de 2500 professores, utilizando metodologias de educação científica baseada na investigação (IBSE), a partir de unidades temáticas concebidas de cariz CTS. Em Portugal o projeto ficou sediado no IE - Universidade de Lisboa (Galvão *et al.*, 2017).

Projetos baseados na conceção, desenvolvimento e avaliação de questões socio-científicas foram desenvolvidos em muitos países, com resultados muito promissores. É o caso do projeto *IRRESISTIBLE - Including Responsible Research and innovation in cutting Edge Science and Inquiry-based Science education to improve Teacher's Ability of Bridging Learning Environments* (2013-2016, Portugal, IE – Universidade de Lisboa), projeto europeu, envolvendo 10 países, tem como finalidade desenvolver e disseminar atividades destinadas a promover a participação de alunos, professores e do público em geral, através da resolução de controvérsias socio-científicas. Os temas escolhidos caracterizam-se pela sua elevada relevância social e por poderem ser abordados nos currículos escolares. Envolver professores julga-se poder ter um efeito duradouro nas suas práticas futuras (Reis, 2014). Também o Projeto *WE ACT – Promoting collective activism on socio-scientific issues* (Portugal, IE - Universidade de Lisboa, iniciado em 2013) – projeto de investigação-ação conjugado com IBSE, tem como principal objetivo apoiar professores e alunos na tomada de ações informadas e negociadas para resolver questões socio-científicas e socioambientais, conjugadas com manifestações artísticas e ferramentas da Web 2.0. (Reis & Tinoca, 2018).

As controvérsias socio-científicas foram largamente exploradas e com muito êxito nas competências desenvolvidas pelos alunos no espaço ibero-americano, pelo *Projeto ARGO. Materiales para la educación CTS* (Espanha, Universidade de Oviedo), considerado um projeto de grande impacto na promoção da cultura científica dos jovens (Martín-Gordillo & Osório, 2003).

Também em Espanha destaca-se o contributo de Caamaño e colaboradores na elaboração e experimentação de vários projetos de ciências (*Química Faraday, Física Faraday, Proyecto GAIA 12-16, Química Salters*) (por exemplo, Caamaño *et al.*, 2001) e na análise comparativa e divulgação de currículos de Física e Química em vários países europeus (Caamaño, 2007).

O ensino das ciências orientado por questões socio-científicas é valorizado por vários autores, embora reconhecendo que a sua prática exige que o professor seja organizador, facilitador, consultor, amigo crítico, árbitro em conflitos de opinião. Praticar este ensino é altamente exigente, mas ganhador em termos de aprendizagens e competências dos alunos (Hodson, 2017; Pedrosa, 2018; Zeidler *et al.*, 2019).

---

<sup>4</sup> <http://www.nextgenscience.org/>

## 4.2 Estudos CTS na Ibero-américa

A comunidade acadêmica ibero-americana tem prestado atenção especial aos estudos CTS na educação e no ensino das ciências. São bastantes as revistas dedicadas e, praticamente, em todas as revistas de Educação em C&T há artigos sobre CTS|CTSA.

Os Seminários Ibéricos iniciados no ano 2000, na Universidade de Aveiro, continuados em edições posteriores em 2002, 2004 e 2006, alternadamente em Portugal e Espanha, fizeram crescer uma comunidade e reforçar a importância da área enquanto linha de investigação e de intervenção educativa. A participação nestes Seminários, a partir de 2006, de investigadores latino-americanos veio demonstrar que a comunidade visada era bem mais alargada e que comunicava de forma plena usando as duas línguas, o português e o espanhol. Os seminários passaram a ser ibero-americanos a partir de 2008 e a realizar-se, alternadamente, na Península Ibérica e na América Latina. Na Universidade de Valência, Espanha, celebra-se, em junho de 2020, vinte anos de Seminários CTS.

Ao longo destes Seminários foram apresentados, discutidos e publicados em Atas dedicadas e Revistas, largas centenas de trabalhos (nos oito primeiros registam-se 662 no total), de muitos dos quais Aguiar-Santos *et al.* (2016) nos dão conta, realçando o enfoque crescente para trabalhos CTSA e Sustentabilidade. Os Seminários Ibéricos e Ibero-americanos CTS têm sido grandes *fora* de partilha de conhecimento construído em projetos de investigação e de intervenção envolvendo, alguns deles, equipas internacionais. Também é muito apreciável o número de dissertações de Mestrado e teses de Doutoramento realizadas em CTS.

O impacto crescente na comunidade acadêmica do campo de estudo CTS na educação e no ensino das ciências despertou o interesse de um grupo de investigadores envolvidos na organização dos Seminários, para a criação da *Associação Ibero-Americana CTS na Educação em Ciência, AIA-CTS*, formalmente constituída e registada em julho de 2010, em Aveiro. Os primeiros órgãos sociais foram eleitos aquando da realização do Seminário Ibero-Americano de 2012. Um dos objetivos da AIA-CTS é reunir educadores e investigadores da comunidade ibero-americana que trabalham e têm interesse no conhecimento de inter-relações CTS na Educação em Ciência, com a intenção de aprofundar, divulgar e promover o desenvolvimento desta área<sup>5</sup>.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurámos, nas secções anteriores, evidenciar que a construção de currículos, programas e estratégias didáticas (e também recursos didáticos) terá sempre subjacente alguma teoria sobre educação, ensino, aprendizagem e avaliação. Enfatizámos o papel da educação CTS para o ensino das ciências, tendo por base um ideário de cultura científica para todos, conscientes da função social do conhecimento científico nas decisões sobre problemas de natureza tecnocientífica, determinantes do bem-estar e do progresso, comprometidos com a paz e o desenvolvimento globais (Martins, 2006).

Corroborar-se a ideia de que não existe uma forma única de aprender, nem de ensinar, mas existem princípios e orientações que podem ser a base do trabalho de professores e alunos. Estudos desenvolvidos em, praticamente, todos os continentes, veiculam a educação em ciência

---

<sup>5</sup> Para conhecer mais consultar <http://aia-cts.web.ua.pt/>.

de orientação CTS como uma força cultural capaz de induzir uma participação mais ativa dos cidadãos para uma sociedade mais democrática. Para isso as abordagens não deverão ser casuísticas e dependentes dos conteúdos, mas deverão ser, efetivamente, intencionais. Compreender a sociedade atual e o papel da Ciência e da Tecnologia exige que se tome como objeto de estudo as próprias inter-relações CTS (Martins & Paixão, 2011).

Estamos, pois, perante um enorme desafio: implementar uma educação CTS que promova competências para saber lidar com questões socio-científicas e tecnológicas. Para que tal seja possível não basta ter currículos e programas ajustados. É preciso ter professores preparados e motivados para tal. A literatura científica e os relatórios internacionais (por exemplo, OECD, 2018) insistem, há décadas, que os professores são o motor principal de qualquer ação de melhoria da educação e que a sua atividade se repercute diretamente na qualidade do ensino e das aprendizagens.

Problemas na formação de professores e propostas de superação, estão identificados na literatura, e advoga-se, até, que para haver verdadeira formação de professores em educação CTS será necessário promover formação sobre investigação e em contexto de investigação CTS (Martins, 2014), e contemplar outros saberes além dos da especialidade disciplinar. Além disso, é preciso ter em atenção que as conceções do professor sobre CTS condicionam fortemente o trabalho deste em sala de aula. Ensinar e aprender ciências no paradigma CTS exige trabalho cooperativo de professores e alunos, onde conceções, interesses e atitudes de ambas as partes são muito relevantes (Mansour, 2009).

Apesar de sobejamente sublinhado por muitos autores, importa aqui salientar que a Ciência é parte do património da Humanidade, sendo uma das suas mais importantes aquisições intelectuais e, por isso, se considera que faz parte integrante da Cultura. A Ciência é uma atividade humana e social, e muito mais do que um corpo estruturado de conhecimentos validados e (re)construídos ao longo dos tempos, é uma forma de pensar e de compreender. Aprender ciências em contexto escolar, ou outro, é bem mais do que compreender conteúdos ditos canónicos (Martins & Mendes, 2017). Saber distinguir, tal como enuncia Hurd (1998), teorias de dogmas, dados de mitos, ciência de pseudociência, evidência de propaganda, factos de ficção, conhecimento de opinião, serão competências básicas de um indivíduo cientificamente literato. Apesar da discussão académica, e até pública, sobre se a Ciência terá limites (Steiner, 2008), o ser humano continuará a ambicionar saber mais e compreender melhor. Isto remete-nos para a consciencialização de práticas intrínsecas da investigação científica e dos limites externos da aplicação do conhecimento, muitas vezes traduzida pela expressão “nem tudo o que é tecnicamente possível é eticamente admissível”. Aprender ciências desde cedo, em contextos sociais, e compreender as inter-relações CTS|CTSA, será uma via para rejeitar superstições, irracionalidades e formas primitivas de credulidade. As finalidades da educação CTS, as orientações de ensino que advoga e as aprendizagens a alcançar por essa via serão, em si mesmo, um contributo para uma educação de qualidade, considerada fundamental para promover desenvolvimento humano, social e económico, traduzida de forma explícita no quarto ODS, da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/CED/00194/2019.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar-Santos, D., Vilches, A., & Brito, L. P. (2016). Importância concedida à CTS e Sustentabilidade em Revistas de Investigações Científicas Educacionais no Brasil e Espanha. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1808-1820.
- Aikenhead, G. (1994). Consequences to Learning Science Through STS: A Research Perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education – International Perspectives on Reform* (pp. 169-186). Teachers College Press.
- Auler, D. (2011). Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In W. L. P. dos Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 73-97). Editora Universidade de Brasília.
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13.
- Caamaño, A. (2007). El currículo de física y de química en la educación secundaria obligatoria en Inglaterra y Gales, Portugal, Francia y España. *Alambique – Didactica de las Ciencias Experimentales*, 53, 22-37.
- Caamaño, A., Gómez-Crespo, M. A., Gutiérrez Julián, M. S., Llopis, R., & Martín-Díaz, M. J. (2001). Proyecto *Salter*: un enfoque CTS para la química del Bachillerato. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad* (pp. 179-192). Narcea.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Ministério da Educação de Portugal.
- Chripino, A. (2017). *Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino*. Documentos de trabajo de iber-ciencia, 4. OEI – Iber-ciencia e Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía. (<http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Introducao-aos-Enfoques-CTS-Ciencia-Tecnologia-e-Sociedade-na-educacao-e-no>)
- Costa, M. C. F. F. (2013). *Ciências no Primeiro Ciclo do Ensino Básico: Um Programa para Educação para Desenvolvimento Sustentável*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Aveiro (<https://ria.ua.pt/handle/10773/11516>)
- d'Oliveira Martins et al. (2017). *Perfil dos Alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação / Direção-Geral da Educação de Portugal.
- Gago, J. M. (1990). *Manifesto para a Ciência em Portugal*. Gradiva.
- Galvão, C., Baptista, M., & Conceição, T. (2017). International science education projects for context based learning. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing teaching to improve learning. The case of Science and Geography* (pp. 201-222). Nova Science Publishers.
- Gardner, P. (1994). Representations of the relationship between science and technology in the curriculum. *Studies in Science Education*, 24, 1-28.
- Gil, D., & Vilches, A. (2004). La atención al futuro en la educación ciudadana. Posibles obstáculos a superar para su incorporación en la enseñanza de las ciencias. In I. P. Martins, F. Paixão, & R. M. Vieira (Orgs.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência - III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências* (pp. 99-108). Universidade de Aveiro.
- Gil, D., & Vilches, A. (2016). Agenda 2030 para la transición a la Sostenibilidad: Inflexión positiva versus “Business as usual”. *Boletín de la AIA-CTS*, 3, 25-27. [http://aia-cts.web.ua.pt/?page\\_id=856](http://aia-cts.web.ua.pt/?page_id=856)
- Glynn, S. M., & Muth, K. D. (1994). Reading and Writing to Learn Science: Achieving Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1057-1073.

- González García, M. I., López Cerezo, J. A., & Luján López, J. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Editorial Tecnos.
- Hodson, D. (2017). Foreword. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing teaching to improve learning. The case of Science and Geography* (pp. vii-xv). Nova Science Publishers.
- Holbrook, J. B. (1992). Teaching Science the STS Way. In R. E. Yager (Ed.), *The Status of Science-Technology-Society. Reform Efforts around the World*. ICASE YEARBOOK.
- Hurd, P. D. H. (1994). New minds for a new age. Prologue to modernizing the science curriculum. *Science Education*, 78(1), 103-116.
- Hurd, P. D. H. (1998). Scientific literacy: news minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- Kyle Jr., W. C. (2020). Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2:2.
- Liu, X., & Wang, L. (2019). Editorial: Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research (DISER). *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1:1.
- Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(4), 287-297.
- Martín-Gordillo, M., & Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210.
- Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 28-39.
- Martins, I. P. (2006). Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento. In M. F. Paixão (Org.), *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania: Encontros em Castelo Branco* (pp. 9-30). Alma Azul.
- Martins, I. P. (2014). Políticas Públicas e Formação de Professores em Educação CTS. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 50-62. <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/view/20056/16946>
- Martins, I. P., & Mendes, A. (2017). Contextualized Science Teaching and the STS Approach. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing teaching to improve learning. The case of Science and Geography* (pp. 165-181). Nova Science Publishers.
- Martins, I. P., & Paixão, F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In W. L. P. dos Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 135-160). Editora Universidade de Brasília.
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77 (280), 7-18.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. King's College London, School of Education.
- Miller, J. D. (1994). Scientific Literacy: an updated conceptual and empirical review. In J. M. Gago et al. (Org), *O Futuro da Cultura Científica* (pp. 37-57). Instituto de Prospectiva.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- OECD (2018). *Effective teacher policies: Insights from PISA*. OECD.
- Olivé, L. (2015). ¿Hasta qué punto los ciudadanos deben "saber"? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Edición especial, Los Foros de CTS*, diciembre de 2015, 15-17.
- Osório, C. (2015). ¿Hablemos de cultura tecnológica en la escuela? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Edición especial, Los Foros de CTS*, diciembre de 2015, 113-115.
- Pedretti, E., & Hodson, D. (1995). From Rhetoric to Action: Implementing STS Education through Action Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 463-485.
- Pedrosa, M. A. (2018). Ensino da Química. In Feliciano H. Veiga (Coord.), *O Ensino na Escola de Hoje – Teoria, Investigação e Aplicação* (pp. 213-240). Climepsi Editores.

- Pereira, D. C. (2007). *Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade*, Vol. 1. Editora da Universidade do Porto.
- Reis, P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 16-26.
- Reis, P., & Tinoca, L. (2018). A avaliação do impacto do projeto “We Act” nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. *RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 11(2), 214-232.
- Rodrigues, A. V., & Martins, I. P. (2018). Formação inicial de professores para o ensino das ciências nos primeiros anos em Portugal. In A. Cachapuz, A. S. Neto, & I. Fortunato (Orgs.), *Formação inicial y continuada de professores de ciências: o que se pesquisa no Brasil, Portugal e Espanha* (pp. 179-198). Edições Hipótese.
- Roldão, M. C. (2009). *Estratégias de Ensino – O saber e o agir do professor*. Fundação Manuel Leão.
- Sanmartí Puig, N., & Marchán Carvajal, I. (2015). La Educación Científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y Ciencia*, octubre, 31-39.
- Santos, M. E. (1994). *Área Escola / Escola – Desafios Interdisciplinares*. Livros Horizonte, Coleção Biblioteca do Educador.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 21-47). Editora Universidade de Brasília.
- Solbes, J., & Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 22(3), 1-11.
- Solomon, J., & Aikenhead, G. (Eds.) (1994). *STS Education – International Perspectives on Reform*. Teachers College Press.
- Steiner, G. (Coord.) (2008). *A Ciência terá Limites?* Fundação Calouste Gulbenkian; Gradiva.
- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In W. L. P. dos Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 161-184). Editora Universidade de Brasília.
- Yager, R. E. (ed.) (1992). *The Status of Science-Technology-Society. Reform Efforts around the World*. ICASE YEARBOOK.
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1:11.

**UMA INTERPRETAÇÃO DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL A PARTIR DA  
PERSPECTIVA DO CURRÍCULO COMO PRÁTICA CULTURAL**

AN INTERPRETATION OF SCIENCE EDUCATION IN BRAZIL FROM THE PERSPECTIVE OF THE  
CURRICULUM AS CULTURAL PRACTICE

UNA INTERPRETACIÓN DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN BRASIL DESDE LA PERSPECTIVA DEL  
CURRÍCULO COMO PRÁCTICA CULTURAL

**Fernanda Ostermann, Flavia Rezende**

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
fernanda.ostermann@ufrgs.br

**RESUMO** | A partir dos registros pós-coloniais contemporâneos, refletimos sobre o currículo de ciências no Brasil, visto através das políticas curriculares instituídas desde a década de 70 do século XX até os dias atuais. Apontamos questões relacionadas a processos de interação entre o conhecimento científico e os conhecimentos dos alunos, a posições do currículo face à sociedade e ao papel da universalidade da ciência no currículo. A formação para o trabalho permanece como objetivo principal em todas as legislações, a despeito de reformas e reestruturações. A ciência é apropriada como principal pilar para ressignificar o ensino das ciências, silenciando a pluralidade cultural da escola. Nas perspectivas atuais do currículo de ciências, destacamos os discursos anticientíficos moldados frequentemente nos mídias digitais, que vêm representar mais uma cultura em disputa na escola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Políticas curriculares, Teorias pós-coloniais, Universalidade da ciência, Ensino médio.

**ABSTRACT** | Based on contemporary post-colonial records, we reflect on the science curriculum in Brazil, as seen through curriculum policies from the 70s of the 20th century to the present day. We highlight questions related to interaction processes between scientific knowledge and students' knowledge, the curriculum perspectives vis-à-vis society and the role of science universality in curriculum. Workforce training remains the main objective in all legislation, despite reforms and restructuring. Science is taken as the main pillar to give new meaning to science education, silencing the cultural plurality of school. In current science curriculum perspectives, we highlight the anti-science speech often casted in digital media, which has become another culture clash at school.

**KEYWORDS:** Curriculum policies, Post-colonial records, Universality of science, High school.

**RESUMEN** | Con base en los registros poscoloniales contemporáneos, reflexionamos sobre el currículo de ciencias en Brasil, visto a través de políticas curriculares instituidas desde los años 70 del siglo XX hasta nuestros días. Destacamos cuestiones relacionadas con los procesos de interacción entre el conocimiento científico y el conocimiento de los estudiantes, las posiciones del currículo frente a la sociedad y al rol de la universalidad de la ciencia. La capacitación para el trabajo sigue siendo el objetivo principal de toda la legislación, a pesar de las reformas y las reestructuraciones. La ciencia es apropiada como el pilar principal para dar un nuevo significado a la educación científica como capacitación laboral, silenciando la pluralidad cultural de la escuela. En las perspectivas actuales del currículo de ciencias, destacamos los discursos anticientíficos moldeados fuera de la escuela, a menudo en los medios digitales, que vienen a representar una cultura en disputa en la escuela.

**PALABRAS-CLAVE:** Políticas curriculares, Teorías poscoloniales, Universalidad de la ciencia, Escuela secundaria.

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa em educação em ciências sempre foi marcada, desde sua origem, por estudos que priorizavam a avaliação de métodos inovadores de ensino, voltados para a otimização do processo de aprendizagem, desconsiderando as possíveis finalidades do currículo. Deste modo, as pesquisas muitas vezes validam conteúdos e metodologias específicas, relegando ao currículo apenas o papel de lista de conteúdos a serem ensinados. Com essa prática, acaba-se considerando a educação em ciências simplesmente como o ensino e a aprendizagem de conteúdos neutros, pré-determinados e não como campo de produção cultural, pleno de valores políticos e sociais. Procurando um outro olhar sobre o currículo de ciências, que dê conta de sua complexidade, vamos nos alinhar aos registros pós-coloniais contemporâneos na sua vertente pós-estrutural, privilegiando autores como Edward Said e Homi Bhabha.

Ao invés de conceber o processo de dominação cultural (ou de aprendizagem) como uma via de mão única, a crítica pós-colonial enfatiza conceitos como o de hibridismo, por exemplo, que permite conceber os espaços coloniais como “resultado de uma complexa relação em que tanto a cultura dominante quanto a dominada se veem profundamente modificadas” (Silva, 2000, p. 129), abrindo espaço tanto para processos de dominação, de resistência, como de sua interação.

As relações entre as culturas em disputa na escola são entendidas como processos ambivalentes, onde não cabem polarizações como assimilação e resistência totais. A partir dessa visão, “a missão civilizatória do colonialismo, que pode ser comparada à da escola, será sempre incompleta” (Macedo, 2004, p. 130), na medida em que a cultura do colonizador estará sempre sujeita ao hibridismo. Bhabha (1998) compreende o hibridismo como um desvio ambivalente do sujeito colonizado em direção ao colonizador que implica um questionamento perturbador da autoridade. Nesse quadro, não há como pensarmos em culturas ou identidades puras, ambas são constituídas por processos de hibridismo e estão sempre em movimento, nunca completadas. Ao se assumir o currículo como um entrelugar cultural (Macedo, 2004), onde inexitem culturas puras e as tradições estão sempre se reinscrevendo contingencialmente entre outras já presentes, não há como se buscar o conhecimento mais válido para compor um currículo, pois seria aceitar “uma fixidez da cultura que parece insustentável” (Macedo, 2004, p. 132).

As interações culturais são pensadas então, como entrelugares, em que o diálogo entre estratégias de dominação e de resistência é inevitável, não sendo assim possível pensar a resistência total ou a assimilação total produzindo identidades ou culturas puras. As culturas marginalizadas tanto no plano social como no currículo não são totalmente rejeitadas, assim como a cultura científica oficial nunca é totalmente assimilada. Articulando-se localmente com outros saberes, a ciência vai sendo subvertida ao mesmo tempo em que é apropriada: as comunidades locais reapropriam o conhecimento científico recolocando-o num quadro referencial articulado aos seus próprios saberes.

A rejeição à ideia de uma cultura pura tem importantes implicações para o campo do currículo, como a crítica à ênfase na adição ou substituição de conteúdos, valores ou práticas, propostas por diferentes vertentes multiculturais do currículo. As diferentes culturas a que se referem esses currículos acabam por ser essencializadas como culturas puras, recaindo na mesma visão dos currículos tradicionais, se afastando assim, do currículo como um entrelugar cultural, no qual muitos mundos culturais estão em confronto, por meio de relações ambivalentes e



híbridas. Nesse sentido, Silva (2000) afirma que uma perspectiva pós-colonial de currículo deve estar atenta à representação do Outro e alerta para o que chama de ‘perspectiva do turista’, “a qual estimula uma abordagem superficial e voyeurística das culturas alheias” (p. 130). O autor defende que “uma perspectiva pós-colonial exige um currículo multicultural que não separe questões de conhecimento, cultura e estética de questões de poder, política e interpretação” (p. 130).

Currículos que são concebidos a partir de saberes dos campos disciplinares e que propõem construir identidades fixas, tais como a de um trabalhador preparado para o mercado de trabalho, tentam estancar a pluralidade cultural da escola, incorporando a cultura ocidental, sem fazer referência à cultura de origem de alunos e professores. Ao final da escolarização, tem-se como objetivo a assimilação dessa cultura, concebida como cultura pura, numa tradição que vê o currículo apenas como produto de uma seleção de conhecimentos, considerados válidos.

Macedo (2004) considera um empreendimento complexo pensar o currículo de ciências da natureza enquanto espaço cultural, tendo em vista que processos sociais engendrados pelo Iluminismo acabaram por construir o afastamento entre as ciências da natureza e a cultura. A suposta universalidade da ciência é uma forma de produzir a diferença e garantir a autoridade, pois permite distinguir os sujeitos comuns daqueles que dominam o sistema de conhecimento privilegiado, tal como acontece no processo de colonização. Não é que a ciência não tenha respostas para uma série de questões, mas tal como o processo de colonização, o que ela faz “é reduzir todas as possibilidades a uma, inviabilizando outras significações e representações” (Lopes e Macedo, 2011, p. 212). Ao diferenciar sistemas de conhecimento, há um estranhamento em relação aos que não pertencem à cultura científica, caracterizando um processo de desvalorização dos conhecimentos locais.

A construção do Oriente pelo Ocidente descrita por Said (1990), obra considerada um marco da teoria pós colonial, mostra como a ciência foi usada nos processos de dominação do Oriente, na medida em que impunha uma lógica baseada na ciência moderna ocidental ao material a ser dominado, que passava então a representar o passado das nações ocidentais, e portanto, exótico, estranho, irracional e deste modo, como inferior. Embora tais processos de apagamento do diferente possam ter funcionado no passado, olhando para as numerosas tentativas contemporâneas de unificação e universalização da ciência, Macedo (2004) avalia que tais processos “não conseguiram apagar o marco das experiências locais presente em todos os sistemas de conhecimentos” (p. 141).

Mas ainda que os conteúdos científicos pareçam a-históricos e universais, os conhecimentos teóricos do pós-colonialismo nos permitem compreender que a permanência no currículo, exclusivamente dos conhecimentos da ciência moderna ocidental não se deve “a características epistemológicas internas, mas a combinações de estratégias sociais e técnicas” (Macedo, 2004, p. 122-123) que tentam normalizar a ambivalência de um currículo, que se configura como espaço cultural híbrido.

Nosso objetivo é refletir sobre o currículo de ciências do ensino médio no Brasil, a partir de registros pós-coloniais, visto através das políticas curriculares instituídas desde a década de 70 do século XX até os dias atuais. Entendendo o currículo como prática cultural, a discussão permanece no campo político (Macedo, 2004) não podendo ser reduzida à seleção de conteúdos a ser ensinados. Pretendemos destacar diferentes discursos curriculares, confrontando-os com conceitos trazidos da teoria pós-colonial – como entrelugar, resistência, hibridismo, culturas

puras – de modo a permitir interpretar questões relacionadas a processos de interação entre o conhecimento científico e os conhecimentos dos alunos, a posições do currículo frente à sociedade e ao papel da universalidade da ciência no currículo. Nossa reflexão tem como objetivo ressignificar o conceito de currículo de modo a podermos compreender questões curriculares cruciais para a educação científica na contemporaneidade.

## **2. O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS NO BRASIL: UMA INTERPRETAÇÃO DE SUA TRAJETÓRIA**

### **2.1 O currículo no período da Guerra Fria à redemocratização do país**

Numa breve retrospectiva histórica, é possível reconhecer que a pesquisa em educação em ciências constituiu-se formalmente em plena Guerra Fria, quando a União Soviética lançou o satélite Sputnik, em 1957, colocando-se à frente dos Estados Unidos na corrida espacial. Nesse contexto competitivo, o ensino das ciências da natureza passou a ser visto como estratégico para o desenvolvimento científico-tecnológico por meio da formação de quadros profissionais. Com dotação de verbas vultosas para o ensino de Ciências, foram criados, pelo Massachusetts Institute of Technology, projetos curriculares de Física (Physical Science Study Committee) de Química (Chemical Study Group) e de Biologia (Biological Science Curriculum Study) entre outros. O objetivo era oferecer para as escolas americanas, propostas curriculares e materiais didáticos elaborados com ênfase nas disciplinas científicas visando à formação de futuros cientistas.

Esses projetos, bem como outros materiais didáticos, foram traduzidos para serem utilizados no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura por meio da UNESCO, o que caracterizou um processo de colonização do currículo de ciências de nível médio brasileiro e portanto, de sujeição aos objetivos estadunidenses. O currículo de ciências por meio desses materiais tinha como objetivo o ensino de princípios conceituais abstratos que visavam à formação propedêutica e ao desenvolvimento de habilidades necessárias para ocupações técnicas. A perspectiva epistemológica que os embasava sustentava uma visão experimentalista da ciência e da educação em ciências, preconizando o ensino do “método científico”, entendido como uma sequência linear e rígida de passos que inicia com observação neutra e culmina com uma “descoberta científica”. Alinhada à concepção empirista-indutivista de método científico, a fundamentação teórica das pesquisas e o próprio ensino de ciências nas escolas sofreu forte influência tecnicista, com amplo domínio do comportamentalismo skinneriano, que colonizou as políticas públicas educacionais e as universidades brasileiras nos anos de chumbo da ditadura militar (1964-1984) na América Latina.

Nessa perspectiva, o currículo seguia a lógica das disciplinas científicas, sendo fortemente marcado por uma visão positivista da ciência, pela utilização de recursos didáticos e pela ênfase na aprendizagem. A visão de ciência transmitida é a de uma ciência neutra, estreitamente racionalista, tecnicista, sem espaço para componentes estéticos, intuitivos e emocionais (Lemke, 2001). O conhecimento científico é tomado como verdadeiro e válido para transmissão na escola.

Um aspecto importante destacado por Macedo (2004) em relação à concepção dos currículos de ciências nas décadas de 60 e 70 diz respeito ao caráter universalista que assume o conhecimento científico. Pela centralidade da visão de “método científico”, a ciência era definida por uma epistemologia internalista, na qual existiria um ideal científico universal independente de suas condições de produção. Esse suposto sistema de representação universal buscaria, em

seu processo de se hegemonizar como única referência, esquecer outros sistemas, como a religião, práticas cotidianas e o senso comum.

Por outro lado, a apropriação brasileira de projetos curriculares estadunidenses estimulou, em algumas universidades, a organização dos primeiros grupos de pesquisadores em educação em ciências, que utilizavam os projetos nos cursos de formação de professores e em montagem de laboratórios didáticos, ampliando seus objetos de pesquisa a partir desses processos. Ajustes e ampliações realizados como parte da apropriação desses projetos, sendo processos de hibridismo cultural, propiciaram relações sociais ambivalentes e a desarticulação da autoridade colonial por meio de subversão e resistência.

Entretanto, o cenário educacional brasileiro nesse período encontrava-se sob transformações políticas determinadas pela ditadura militar, que impunham ao currículo escolar a finalidade de formar o trabalhador, considerada estratégica para o desenvolvimento econômico do país. O caráter profissionalizante desse currículo foi instituído pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 5692, promulgada em 1971 (Brasil, 1971), que teve impacto direto sobre o ensino de ciências. A nova legislação foi parcialmente assimilada pelas escolas privadas, que continuaram a preparar seus alunos para o curso superior. Já no sistema público, o caráter profissionalizante do currículo, até por falta de condições materiais e profissionais, era desenvolvido de forma marginal, continuando a privilegiar, assim, a formação geral. Desse modo, percebemos o sistema educacional como um entrelugar, na medida em que tanto as escolas privadas como públicas não assimilaram completamente a concepção de preparação para o trabalho imposta pela legislação.

Vemos uma relação entre o currículo de ciências voltado para formação de técnicos e o que descrevia as teorias tradicionais de currículo, que pretendiam ser apenas “teorias” neutras, científicas, não questionando o status quo nem os saberes dominantes, priorizando questões técnicas e de organização (Silva, 2000). O currículo tradicional de ciências fundamenta-se em uma visão epistemológica que coloca o sujeito no centro do ato de conhecimento e o individualismo como forma de viver em sociedade, sintetizando os ideais do Iluminismo e da Modernidade. Essa linha de pensamento opera com a noção de conhecimento enquanto “dado externo ao sujeito, destituído de vínculos com suas experiências, com o fluxo discursivo contextual, com dinâmicas que não se limitam aos registros disciplinares e/ou científicos” (Lopes, 2015, p. 459).

A partir dos anos 80 do século XX, no período de redemocratização do país, ainda sob vigência da lei 5692/71, novas teorias de aprendizagem foram trazidas para o ensino de ciências, em geral por pesquisadores que se doutoraram no exterior. Dentre estas, a psicologia genética de Jean Piaget e o movimento das concepções alternativas, que ganharam espaço inicialmente nas pesquisas, mas atingiram mais tarde algumas propostas curriculares estaduais e municipais e práticas pedagógicas em escolas privadas. Essas propostas valorizavam os saberes dos estudantes como ponto de partida para a aprendizagem de ciências. O conhecimento do aluno era considerado importante para o processo de aprendizagem, embora as práticas pedagógicas deixassem evidente que seu conhecimento era inferior ao conhecimento científico e deveria ser modificado ou substituído. Nesse processo, o caráter universalista e de superioridade do conhecimento científico emprestava ao currículo autoridade para exercer o domínio sobre os saberes da vida cotidiana.

## 2.2 O currículo sob a lógica neoliberal

A partir dos anos 90 do século XX, a concepção de Paulo Freire de conhecimento ativo e dialético e sua crítica à educação bancária vai se sobrepor aos esforços em desenvolver uma perspectiva de currículo e de educação que contesta os modelos técnicos. Na mesma época, se inicia, no âmbito da pesquisa em educação em ciências, com os discursos críticos, uma demanda por maior atenção à relação entre ciência e sociedade. É possível atribuir também ao agravamento dos problemas ambientais, o surgimento em vários países, de abordagens críticas no ensino de ciências, que questionavam a ciência e sua relação com a tecnologia e a sociedade (Aikenhead, 1994). Essa orientação, conhecida como movimento curricular Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), juntamente com outras abordagens curriculares críticas, voltadas à alfabetização científica, ao letramento científico e à discussão de questões sociocientíficas buscam aproximar a educação científica de seu contexto social. Entretanto, tais propostas ainda desempenham um papel contra-hegemônico no campo da pesquisa em educação em ciências (Rezende e Ostermann, 2019) e continuam fora do currículo escolar.

Também sob influência dos estudos críticos, o currículo de ciências tem sido questionado, mais recentemente, em relação ao silenciamento da cultura dos povos colonizados, reforçando sentidos ligados não só ao eurocentrismo, mas também ao racismo e ao patriarcado. Na defesa de um currículo decolonial, Barbosa et al., (2019) propõem a busca por conhecimentos suprimidos pela colonidade, tais como referências latino-americanas, africanas, asiáticas e brasileiras para pensar temáticas (como multilinguismo, educação intercultural, relações étnico-raciais na educação em ciências, questões de gênero, sexualidade) a partir das experiências e das margens criadas pela colonialidade. Tais pesquisas têm desenvolvido essa reflexão e algumas propostas que, entretanto, ainda estão ausentes do currículo de ciências.

No final dos anos 90, tensionado por políticas curriculares afinadas com organismos internacionais, como o Banco Mundial e a Organização do Comércio e do Desenvolvimento Econômico, que visavam a formação da força de trabalho para a inovação tecnológica, o governo de Fernando Henrique Cardoso empreendeu uma reforma educacional preconizada pela Lei de Diretrizes e Bases para a Educação (Brasil, 1996), que estabeleceu as diretrizes e bases da educação nacional em resposta ao novo contexto socioeconômico mundial. A instituição dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1999) pode ser considerada como o principal fruto dessa reforma e o principal empreendimento de implantação de um currículo nacional ocorrido no país. Este documento foi criado no sentido de nortear o que devia ser aprendido pelos estudantes no nível médio em cada disciplina, servindo ao mesmo tempo como orientação para a formação do novo cidadão do século XXI e como referencial de qualidade para a educação no país em sintonia com a visão neoliberal de sociedade.

Os PCN para o ensino médio (PCNEM) se apoiam nos conceitos de competências, habilidades, contextualização e interdisciplinaridade, sendo muitas as críticas dirigidas ao ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações, ao longo de todo o documento. Os PCNEM tiveram grande impacto sobre a escola e também sobre a pesquisa em educação em ciências, já que parte da comunidade de pesquisadores fazia parte da equipe que formulou esse documento. Talvez por isso, houve forte apropriação dos PCNEM pelas pesquisas nessa área, nas quais muitas vezes, eram considerados como referencial teórico do estudo (Rezende et al., 2009). No entanto, as poucas produções acadêmicas, que se propunham a refletir sobre a legislação, não iam além da preocupação com sua implementação, tomando a

relação dos professores com o currículo como algo dado e indiscutível, e não enquanto um produto cultural a ser problematizado e discutido. Essa atitude demonstrava uma concepção predominante do currículo como prescrição (Goodson, 2007), concepção totalmente afastada do entendimento do currículo como prática cultural.

Os PCNEM de Física, por exemplo, dirige uma crítica ao ensino tradicional afirmando que o ensino de Física tem sido realizado mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, distante do mundo vivenciado pelos alunos e professores e, embora não apenas, mas também por isso, vazio de significado. O conhecimento de Física “em si mesmo”, de acordo com os PCNEM, não seria suficiente como objetivo, mas deveria ser percebido acima de tudo como um meio para compreender o mundo. O documento introduz então a ideia de que os conteúdos são apenas instrumentos para a formação de competências, a serem mobilizados para resolução de situações do cotidiano, o que Lopes (2004) associa ao processo de submissão ao mundo produtivo. A ênfase na formação de competências e no efetivo uso das tecnologias associado ao conceito de contextualização – muito enfatizado no documento e entendido como processo de relacionar os conceitos físicos com o mundo vivido pelos alunos e professores – associa-se, segundo Lopes (2002), a princípios eficientistas em que a vida assume um caráter altamente produtivo e esvazia assim todo o seu potencial cultural.

Uma análise dos conteúdos curriculares apresentados nos PCNEM de Física a partir da teoria Bakhtiniana (Ferraz et al., 2011) mostrou que o documento se apropria majoritariamente da voz empirista, que atribui à ciência, linguagem e métodos próprios. A colocação da Física como sujeito da frase em várias passagens do documento dá margem a um sentido de autonomia em relação aos atores sociais, o que reforça o caráter universal da ciência. A lista de conteúdos de Física apresentada no documento não se diferencia daquela que professores do ensino médio propedêutico já vinham ensinando antes da instituição dos parâmetros curriculares. Assim, parece que a novidade pedagógica trazida pelos PCNEM de Física seria a contextualização do mundo natural ampliada ao mundo tecnológico. Na medida em que, segundo Lopes (2002), a compreensão deste seria importante para atender aos requisitos da ‘vida adulta’ e, conseqüentemente, ao mundo produtivo, o documento de Física indica, assim como os de Química e Matemática, a submissão ao mundo do trabalho.

No final do documento é apresentada a preocupação em relacionar ciência, tecnologia e sociedade, o que pode ser visto como uma influência de temas da pesquisa em educação em ciências investigados na época. Entretanto, percebe-se que a abordagem CTS é ressignificada enquanto física do cotidiano, que se limita a nomear cientificamente os processos físicos envolvidos no funcionamento de aparelhos eletro-eletrônicos. O cotidiano do aluno é aqui entendido como o espaço urbano, implicando uma rejeição aos espaços onde se dá a vida de outros sujeitos, como as comunidades do campo, indígenas, quilombolas. A cultura cotidiana dos alunos é ressignificada, reduzindo-se ao espaço/tempo urbano e tecnológico, sem lugar para o “outro”, o não urbano da sociedade brasileira.

### **2.3 O currículo a serviço de novas demandas do mundo do trabalho**

Mais recentemente, a Base Nacional Comum Curricular do ensino médio (Brasil, 2018) elaborada inicialmente no governo Dilma Rousseff (2011-2016), revista e aprovada no governo Michel Temer (2016-2018), juntamente com a legislação da Reforma do Ensino Médio (2017), foram as principais políticas curriculares brasileiras que sucederam os PCN. Na Base Nacional

Comum Curricular do ensino médio (BNCC-EM), são enumeradas competências e habilidades, objetivos e conteúdos para as diferentes etapas da escolaridade. O sentido de qualidade é dado por índices de aprovação, pelo cumprimento de metas em exames de larga escala e amparado por uso de materiais didáticos produzidos para este fim (Selles, 2018). A centralidade conferida à noção de competências na BNCC-EM recupera o discurso presente nos textos de políticas curriculares do final da década de 90, que portanto, continua sujeito à crítica de que, nessa legislação também há submissão da educação ao mundo produtivo. Percebe-se assim uma continuidade das finalidades das políticas curriculares dos anos 90 até os dias de hoje, apesar de terem sido elaboradas por governos de diferentes matizes políticas. Como já foi ressaltado, a ênfase na preparação para o trabalho reduz inteiramente as chances de contemplar a cultura dos estudantes e toda possível diferença presente na escola.

Acentuando a formação técnica, a Lei da Reforma do Ensino médio instituída em 2017 (Brasil, 2017) alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 e estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio, que amplia o tempo mínimo do estudante na escola de 800 horas para 1000 horas anuais até 2022. A formação secundária foi assim, dividida em duas etapas: uma voltada à formação geral (até 1800 h) e outra, com carga horária de 1200 h, realizada por meio de itinerários formativos. Nessa etapa, o sistema pode oferecer cinco itinerários: quatro que correspondem às áreas de conhecimento do ensino médio (Matemáticas e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas) além de um itinerário direcionado à formação técnica e profissional (FTP). Os estudantes podem então, ao percorrerem os diferentes itinerários, se aprofundarem em uma ou mais áreas de conhecimento e também em conteúdos relativos à formação profissional.

A divisão do currículo do ensino médio em duas etapas pela recente reforma, sendo uma delas construída de acordo com preferências do estudante, tem forte influência do currículo estadunidense. Segundo a legislação, a mudança teria como um de seus objetivos aproximar as escolas à realidade dos estudantes de hoje, considerando as novas demandas e complexidades do mundo do trabalho e da vida em sociedade, revisitando finalidades voltadas à lógica do mercado. No momento atual, as redes de ensino estão se adaptando a essa nova legislação, com autonomia para definir quais os itinerários formativos irão ofertar, renunciando a volta do ensino técnico para a maior parte da população, já que dada a falta de professores em áreas como ciências da natureza, as escolas públicas poderão ficar restritas ao itinerário técnico e profissional, que exige dos profissionais (não docentes) apenas ‘notório saber’.

De acordo com esta reforma, as áreas que compõem a carga horária do ensino médio são as mesmas que eram oferecidas nos anos 90 pelos PCNEM. A novidade de dividir o ensino médio em duas etapas acaba por enfraquecer o seu sentido de ‘educação básica’, atribuído pela LDB de 1996 e que pressupunha a formação geral desenvolvida ao longo de todo esse nível de ensino. Tal resignificação do currículo representa assim, para os sujeitos, um retrocesso cultural na medida em que fragmenta e subtrai sua formação geral.

### 3. DISCUSSÃO

Construímos uma trajetória do currículo de ciências de ensino médio, visto a partir das políticas curriculares brasileiras, buscando confrontá-lo com a conceituação do currículo como prática cultural. Vimos que a formação para a cidadania, objetivo relevante nas políticas anteriores à ditadura militar (Krasilchick, 2000) é esvaziada de sentido frente à formação técnica, que permanece como objetivo principal em todas as legislações, a despeito de reformas e reestruturações. Nesse processo, as ciências da natureza permanecem vistas como um dos principais pilares para ressignificar a formação cultural enquanto formação para o trabalho. Entretanto, os registros pós-coloniais permitem o entendimento de que processos de ressignificação serão sempre incompletos. O próprio sistema educacional se apropria da legislação de formas particulares, como vimos nos anos 70 em relação ao caráter profissionalizante do currículo. Ainda que, como alerta Macedo (2004), o currículo de ciências da natureza não desempenhe facilmente o papel de entrelugar, considerando os processos sociais que, desde o iluminismo, afastaram a cultura das ciências da natureza, nossa suposição é de que tal afastamento tem diminuído ao longo dos últimos anos.

No período dos anos 80 aos anos 2000, a emergência do cognitivismo e do construtivismo como referenciais para a pesquisa em educação em ciências e seu relativo impacto sobre a prática escolar, ao dar centralidade às concepções alternativas dos estudantes, acaba tornando possível a discussão sobre a autoridade da ciência. Os saberes dos alunos – a cultura indesejada, que representa o “outro da ciência” – utilizados como ponto de partida para a aprendizagem, impactam os processos híbridos de dominação e resistência que poderão gerar fluxos culturais diversos.

Por outro lado, do ponto de vista filosófico, a ascensão no século XXI de correntes pós-coloniais, pós-modernistas e pós estruturalistas vem promovendo o questionamento da autoridade da ciência. A visão pós-colonial de que as tradições estão sempre se reinscrevendo contingencialmente entre outras já presentes deixou de ser apenas uma criação teórica e vem sendo observada na vida social de comunidades ao valorizarem cada vez mais os conhecimentos alternativos. Isto não quer dizer que estes conhecimentos estejam se tornando mais válidos e mais importantes na sociedade em larga escala, mas é possível enxergar que estão sendo valorizados, o que mostra um movimento de relativizar a tradição científica.

Do início dos anos 2000 para cá, temas estudados pela comunidade científica, tais como degradação ambiental e o aquecimento global passaram a fazer parte da realidade cotidiana dos cidadãos. Na medida em que tal aproximação se dá dentro e fora da escola e frequentemente nas mídias digitais, a relação com a ciência fica sujeita a práticas de significação mais amplas, que dão origem a uma diversidade de fluxos culturais. Por outro lado, as reformas curriculares recentes brasileiras, ao fragmentarem e subtraírem a formação científica dos estudantes, também podem contribuir para a maior hibridação do discurso científico.

#### 4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS ATUAIS

O percurso do ensino de ciências no Brasil, visto a partir das políticas curriculares, nos mostrou que a legislação vem propondo construir identidades fixas, voltadas para o mundo do trabalho, silenciando a pluralidade cultural da escola e tomando a ciência ocidental moderna como universal. Entretanto, a partir de registros pós-coloniais, aprendemos que o currículo como um espaço/tempo ambivalente construído nas relações entre culturas, permeadas por processos de dominação, hibridismo e resistência, não é uma escolha didática, mas algo inexorável. Isto significa que qualquer projeto curricular – mesmo aqueles que pretenderam seguir as legislações que examinamos – vai estar subjugado ao embate entre concepções que circulam na sociedade e, em particular, na escola. Consideramos que esse aporte teórico, ainda não apropriado pela área de pesquisa em educação em ciências no Brasil, tenha ampliado significativamente nosso olhar para o currículo de ciências, oferecendo compreensões diferenciadas, que dão a este estudo um caráter original. Ao mesmo tempo, por suas próprias categorias teóricas, julgamos que não se trataria de concluir o trabalho com diretrizes para um novo currículo de ciências que pudessem, invariavelmente, se materializar em um sentido único que julgássemos apropriado ou inovador.

Uma visão preliminar de currículos de ciências colocados em prática atualmente pode dar pistas de processos de dominação, hibridismo e resistência que vêm ocorrendo. Submetidos a um currículo tradicional, que transmite uma visão de ciência neutra, estritamente racionalista, tecnicista, sem espaço para componentes estéticos, intuitivos e emocionais, os estudantes podem resistir e ser atraídos por discursos mais próximos de uma cultura alternativa, moldada fora da escola. Entre esses discursos, temos presenciado, recentemente, narrativas com contornos anticientíficos, tais como o terraplanismo, o negacionismo do aquecimento global e o movimento anti-vacinas, reforçadas por *fake news*. Supomos que ainda que sejam parte da cultura do aluno, esses discursos são assumidos, não por serem conhecimentos locais ou por tradição cultural, mas por falta de identificação com a ciência ensinada na escola.

O discurso hermético e de autoridade da ciência dificulta sua apropriação ao não construir laços estéticos e afetivos com os jovens, levando muitos deles a buscarem outros caminhos para aplacarem ansiedades presentes na vida social. Assim, discursos anticientíficos, apropriados sem a discussão sobre dinâmicas políticas que eles representam, vêm se espalhando e essa situação se agrava no Brasil, quando um governo de extrema direita, como o atual, promove irresponsavelmente a divulgação de ideias anticientíficas para atrair novos seguidores. Ao fazerem parte do caldeirão cultural, tais fluxos discursivos acabam por representar mais uma cultura em disputa na escola.

Ao mesmo tempo, diante do quadro ameaçador atual que enfrentamos com a pandemia da COVID-19, tem sido possível perceber discursos que representam uma revalorização dos conhecimentos técnicos e científicos na sociedade em geral, que, ressignificados, também terão impacto sobre a cultura escolar.



## REFERÊNCIAS

- Aikenhead, G. S. (1994). What is STS science teaching? In: J. Solomon; G. S. Aikenhead (Eds.). *STS education: International Perspectives on Reform*. (pp. 47-59). Teachers College Press.
- Barbosa, A.T., Nascimento, C.C. do, Padilha, R., Ribeiro, & S., Cassiani, S. (2019) A colonialidade no ensino de ciências e a biologia: reflexões sobre o Brasil e o Timor-Leste para pensar horizontes decoloniais. In P.P. Teixeira, R. D. V. L. de Oliveira, G. R. P. C. Queiroz (Orgs.), *Conteúdos Cordiais: Biologia humanizada para uma escola sem mordida* (pp. 108-127). Livraria da Física.
- Bhabha, H. (1998) *O lugar da cultura*. Editora da UFMG.
- Brasil (1971) Lei nº 5692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de. 1º e 2º graus. Ministério da Educação e Cultura.
- Brasil (1996) Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Ministério da Educação.
- Brasil (1999) Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ministério da Educação.
- Brasil (2017) Lei nº 13.415/17, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis 9.394/96 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional e 11.494/07 que regulamenta o FUNDEB e dá outras providências. Ministério da Educação.
- Brasil. (2018). Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio. Ministério da Educação.
- Ferraz, G.; Oliveira, L. & Rezende, F. (2011, November) Apropriação das políticas curriculares pela pesquisa em educação e em educação em ciências. Paper presented at *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC 2011). ABRAPEC.
- Goodson, I. (2007) Currículo, narrativa e o futuro social. *Revista Brasileira de Educação*, 12 (35), 241-252.
- Krasilchick, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85-93.
- Lemke, J. L. (2001) Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Lopes, A. C. (2002) Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundoprodutivo: o caso da contextualização. *Educação & Sociedade*, 23 (80), 386-400 .
- Lopes, A. C. (2004). Políticas de currículo: mediação por grupos disciplinares de ensino de ciências e matemática. *Currículo de ciências em debate*. São Paulo: Papyrus, 45-75.
- Lopes, A. C. (2015). Por um currículo sem fundamento. *Linhas Críticas*, 21(45), 445-466.
- Lopes, A.C. & Macedo, E. (2011). *Teorias de Currículo*. Editora Cortez.
- Macedo, E. (2004). Ciência, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do currículo de ciências. In Lopes, A. C. & Macedo, E. (Orgs.) *Currículo de ciências em debate*. Papyrus Editora.
- Rezende, F.; Ostermann, F. & Ferraz, G. (2009). Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica do século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(1), 1402-1-1402-8. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000100008>
- Rezende, F. & Ostermann, F. (2019). Hegemonic and counter-hegemonic discourses in science education scholarship from the perspective of post-critical curricular theories. *Cultural Studies of Science Education*. Online First. p. 1-19. <https://doi.org/0.1007/s11422-019-09969-0>
- Said, E. (1990). *Orientalismo: o oriente como invenção do Ocidente*. Companhia das Letras.
- Selles, S.E. (2018) A BNCC e a Resolução CNE/CP no 2/2015 para a formação docente: a “carroça na frente dos bois”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(2), 337-344.
- Silva, T. T. (2000). *Documentos de Identidade*. Autêntica.

**ESTUDO DE AULA COMO FACILITADOR DE APRENDIZAGENS DE FUTUROS  
PROFESSORES DE FÍSICA E QUÍMICA SOBRE O USO DE MÚLTIPLAS  
REPRESENTAÇÕES**

LESSON STUDY AS FACILITATOR FOR PHYSICS AND CHEMISTRY PRESERVICE TEACHERS  
LEARNING ABOUT MULTIPLE REPRESENTATIONS

ESTUDIO DE CLASE COMO FACILITADOR PARA EL APRENDIZAJE DE FUTUROS PROFESORES DE  
FÍSICA Y QUÍMICA SOBRE EL USO DE MÚLTIPLES REPRESENTACIONES

**Mónica Batista, Teresa Conceição e João Pedro Ponte**

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

**RESUMO** | Este estudo teve como objetivo compreender como é que três futuros professores usaram as múltiplas representações (MR) no ensino da energia cinética de um corpo num estudo de aula. Nesta investigação optou-se por seguir uma metodologia de investigação qualitativa com orientação interpretativa. Os dados foram recolhidos através de observação participante (registo vídeo e diário de bordo), entrevistas individuais e reflexões individuais. O estudo de aula foi realizado numa unidade curricular do curso de mestrado dos futuros professores, tendo envolvido 17 sessões. Os resultados mostraram que os futuros professores aprenderam a usar as três funções das MR de Ainsworth (2008) no ensino da energia cinética, nas diversas fases do estudo de aula. Ou seja, aprenderam a usar a complementaridade das MR, a usar as MR para estimular a interpretação de outras e a usar as MR para a compreensão mais aprofundada dos conceitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estudo de aula, Futuros professores de física e química, Múltiplas representações, Educação em ciências.

**ABSTRACT** | This study aimed to understand how three preservice teachers used multiple representations (MR) in teaching the kinetic energy of a body in a lesson study. This study follows a qualitative research methodology with interpretive orientation. The data were collected through participant observation (video record and field notes), individual interviews, and individual reflections. The lesson study was carried out in a curricular unit of the future teachers' master's degree, involving 17 sessions. The results showed that future teachers learned to use the three MR functions of Ainsworth (2008) in the teaching of kinetic energy, in the different phases of the lesson study. That is, they learned to use the complementarity of MR, to use MR to stimulate the interpretation of others and to use MR for a deeper understanding of concepts.

**KEYWORDS:** Lesson study, Physics and chemistry preservice teachers, Multiple representations, Science education.

**RESUMEN** | Este estudio tenía como objetivo comprender cómo tres futuros profesores utilizaron las representaciones múltiples en la enseñanza de la energía cinética de un cuerpo en un estudio de aula. En esta investigación, elegimos seguir una metodología de investigación cualitativa con orientación interpretativa. Los datos fueron recolectados a través de la observación participante (registro de video y notas de campo), entrevistas individuales y reflexiones individuales. El estudio de clase se llevó a cabo en una unidad del curso de maestría de futuros maestros, que incluyó 17 sesiones. Los resultados mostraron que los futuros maestros aprendieron a usar las tres funciones de MR de Ainsworth (2008) en la enseñanza de la energía cinética, en las diferentes fases del estudio en el aula. Es decir, aprendieron a usar la complementariedad de MR, a usar MR para estimular la interpretación de otras y a usar MR para una comprensión más profunda de los conceptos.

**PALABRAS CLAVE:** Estudio de clase, Futuros profesores de física y química, Representaciones múltiples, Educación científica.

## 1. INTRODUÇÃO

As múltiplas representações (MR) têm um papel fundamental na compreensão dos conceitos e ideias da ciência (Ainsworth, 2006, 2008; Tsui & Treagust, 2013) e são um campo de investigação em educação que tem vindo a ganhar relevância. O uso de duas ou mais representações na exploração de um tópico dá origem ao trabalho com múltiplas representações (Ainsworth, 2014; Tsui & Treagust, 2013).

Vários estudos mostraram que o uso de MR no ensino da física permitem aos alunos uma conceptualização mais clara e holística dos conceitos científicos, facilitando a sua compreensão e comunicação (Ainsworth, 2008). Adicionalmente, as MR promovem o interesse dos alunos na aprendizagem dos conceitos científicos porque permitem a ligação do abstrato ao concreto (Gilbert, 2005; Park, Flowerday, & Brünken, 2015). Por isso, são um excelente recurso para os alunos aprenderem os conceitos da física (e.g., Ainsworth, 2008).

Contudo, apesar das potencialidades das MR, estudos empíricos mostram que os professores nem sempre as usam de modo a que os alunos aprendam os conceitos científicos (e.g., Ainsworth, 2008). Por conseguinte, há necessidade de criar situações formativas que permitam aos professores, desde a formação inicial, aprender a usar as MR no ensino da física (Nieminen et al., 2017). O estudo de aula é um modelo de desenvolvimento profissional de professores, colaborativo, reflexivo, e centrado no aluno (Murata, 2011), que permite aos participantes discutir amplamente as estratégias de ensino de um tópico, planear com detalhe uma aula sobre o tópico, lecionar a aula e melhorar a aula a partir da reflexão sobre os resultados obtidos (Fujii, 2016; Murata, 2011). Investigações em estudos de aula como processo formativo de futuros professores de ciências mostraram que os resultados são promissores (e.g., Zhou, Xu, & Martinovic, 2016). Porém, dada a escassez de investigações em estudos de aula com futuros professores que se debrucem especificamente sobre o uso das MR no ensino da física, esta investigação tem como objetivo conhecer as aprendizagens dos futuros professores num estudo de aula quando usam MR no ensino da energia cinética de um corpo.

## 2. MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES NO ENSINO DA FÍSICA

No ensino da física as MR têm vindo a ser reconhecidas pelo seu potencial na visualização dos fenómenos e por facilitarem a compreensão dos conceitos científicos (e.g., Ainsworth, 2008). Ainsworth (2006, 2008) desenvolveu uma taxonomia sobre o uso das MR em contextos educativos multimédia. Segundo a autora, as MR têm três funções: papel complementar, encorajar interpretações e construir uma compreensão aprofundada.

O papel complementar, no que diz respeito à informação, consiste em providenciar informação complementar sobre um conceito, facilitando a sua aprendizagem. Uma outra função deste papel das MR consiste em tirar partido do processo de representação. Por exemplo, uma tabela explicita a informação, permitindo destacar valores, regularidades e padrões (Ainsworth, 2008). Um gráfico permite visualizar relações entre variáveis (Chittleborough & Treagust, 2008). Assim, usar diferentes processos de representação pode ser uma estratégia útil na aprendizagem da física. As MR também podem ser usadas para encorajar os alunos a interpretar uma representação complexa, por familiaridade com outra representação mais simples. Por exemplo, uma tabela é geralmente mais acessível e familiar aos alunos, podendo servir para os ajudar a

interpretar um gráfico (Ainsworth, 2014). Outro modo de encorajar os alunos a interpretar representações mais complexas é tirar partido das propriedades das representações. Uma equação algébrica permite estabelecer relações quantitativas entre variáveis e manipulá-las numericamente (Ainsworth, 2014). Porém, esta representação, por envolver um elevado grau de abstração, nem sempre é acessível aos alunos. Assim, começar por relacionar as variáveis graficamente pode ser uma estratégia para encorajar os alunos a interpretar a equação algébrica envolvendo essas variáveis (Ainsworth, 2014). Salienta-se que as MR podem ser usadas para encorajar os alunos a usar uma representação por familiaridade e, simultaneamente, pelas suas propriedades. É o caso de usar uma tabela para ajudar os alunos a interpretar um gráfico. Nesta situação, a tabela é usada por familiaridade por ser, geralmente, do conhecimento dos alunos e, simultaneamente, pelas suas propriedades de explicitar a informação, tornando-a, por isso, mais acessível aos alunos. As MR também podem ser usadas para os alunos construírem uma compreensão aprofundada. Podem fazê-lo por abstração, i.e., os alunos generalizam um conceito a partir do que aprenderam num contexto particular e com valores com as MR. Podem fazê-lo por extensão, i.e., os alunos aplicam o que aprenderam, para ir mais longe com outra representação. Fazê-lo por relação, i.e., os alunos constroem relações entre as representações.

### **3. ESTUDO DE AULA**

O estudo de aula é um modelo de desenvolvimento profissional com enfoque no planeamento, observação e discussão de aulas, com o objetivo de melhorar o ensino e a aprendizagem (Lewis, 2008). Devido às características deste modelo, os professores desenvolvem um conhecimento aprofundado sobre o tópico, o seu ensino, e sobre as aprendizagens dos alunos (Stigler & Hiebert, 1999). No geral, num estudo de aula, um grupo de professores começa por identificar um tópico que pretende aprofundar. Sobre esse tópico, aprofundam os seus conhecimentos, analisam como é que o tópico é explorado no currículo dos alunos, a curto e a longo prazo. Adicionalmente, estudam artigos científicos sobre o tópico e sobre o seu ensino e identificam as dificuldades que a sua aprendizagem levanta aos alunos. Esta fase de preparação do tópico designa-se de estudo preparatório (*kyouzai kenkyou*) (Takahashi & McDougal, 2016). Em seguida, desenvolvem colaborativamente um plano de uma aula sobre o tópico com muito detalhe e formulam questões (LS-questions) cujas respostas pretendem conhecer com o estudo de aula. Para além disso, desenvolvem uma tarefa a usar na aula e antecipam possíveis respostas dos alunos (Fujii, 2016). A elaboração do plano de aula orienta todo o estudo de aula e, juntamente com o estudo preparatório, ocupa uma parte significativa das sessões do estudo de aula (Chichibu, 2016). Depois de concluído o plano de aula sobre um tópico, um dos professores leciona a aula, designada de aula de investigação, e os outros observam e tiram notas. Procura-se documentar com muito detalhe o desenvolvimento da aula de investigação para posterior análise e discussão. A aula de investigação é geralmente vídeo gravada permitindo registar situações que podem ser esquecidas ou passar despercebidas. Em seguida, os professores analisam em profundidade as respostas dos alunos, dando atenção às suas aprendizagens e dificuldades, refletem amplamente sobre as opções de ensino e melhoram a aula de investigação e os materiais pedagógicos (i.e., o plano da aula) (Lewis, 2008; Stigler, & Hiebert, 1999). Muitas vezes, a aula de investigação é lecionada uma segunda vez, pelo mesmo ou por outro professor, noutra turma. Nesta aula de investigação e na reflexão pós-aula é frequente a presença de investigadores. Após a realização do estudo de aula, os resultados são partilhados com outros

professores e com a comunidade científica. O estudo de aula desenvolve-se por ciclos (Lewis, 2008). O primeiro ciclo é constituído pelo estudo preparatório e planeamento da aula de investigação (P), leção da aula 1 de investigação (L1) e reflexão pós aula 1 (R1). O segundo ciclo é constituído pela segunda aula de investigação (L2) e respetiva reflexão pós aula (R2). Assim, um estudo de aula com dois ciclos, mais concretamente é composto pelo estudo preparatório e planeamento da aula, concretização de duas aulas de investigação e respetivas reflexões (PL1R1 L2R2). Sendo do interesse dos participantes podem-se realizar mais ciclos (Fernandez, Cannon, & Chokshi, 2003). Num estudo de aula os participantes partilham a convicção de que a discussão de diferentes pontos de vista sobre as aulas investigadas permite melhorar o ensino de um tópico e levar os alunos a aprender mais significativamente o tópico. Como consequência, os professores refletem amplamente sobre as aulas e os seus resultados (Lewis, 2008; Stigler & Hiebert, 1999).

#### 4. METODOLOGIA

Nesta investigação optou-se por seguir uma metodologia de investigação qualitativa com orientação interpretativa (Erickson, 1986). O método de análise qualitativa é útil para compreender as aprendizagens dos futuros professores sobre o uso das MR, num contexto significativo. A perspetiva interpretativa permitiu aos investigadores interpretar os significados que os futuros professores atribuíram às ações em que se envolveram no estudo de aula. De acordo com Erickson (1986), a perspetiva interpretativa permite dar ênfase às “especificidades do significado da ação na vida social que se desenrola em cenários concretos de interação face a face” (p. 156).

##### 4.1 Contexto do estudo e participantes

No Mestrado em Ensino da Física e da Química da Universidade de Lisboa, nas unidades curriculares (UC) de Iniciação à Prática Profissional (IPP I, II, III, e IV), os futuros professores realizam atividades nas escolas, com um envolvimento crescente. Assim, em IPP I e IPP II, no primeiro ano, observam aulas do professor cooperante e exploram instrumentos de recolha e análise de dados numa investigação em educação. Em IPP III e IPP IV, no segundo ano, os futuros professores são responsáveis pela leção de algumas aulas, nas turmas do professor cooperante, bem como pela elaboração dos materiais pedagógicos dessas aulas. Nesta investigação, o estudo de aula foi realizado em IPP III. Participaram os três futuros professores que se encontravam a frequentar IPP III, no ano letivo de 2015/2016, Carmo, Jorge e Pedro (nomes fictícios). Os participantes tinham idades compreendidas entre 36 e 42 anos e alguma experiência profissional (Tabela 1).

**Tabela 1- Caracterização dos participantes**

	Idade	Formação académica	Experiência profissional
Carmo	36	Licenciatura em química	Ensino da físico-química em centro de estudos
Jorge	42	Doutoramento em física	Ensino da matemática num colégio particular
Pedro	43	Licenciatura em química	Ensino da físico-química em centro de estudos e escola particular

## 4.2 Organização do estudo de aula

Este estudo de aula teve adaptações ao modelo japonês, possibilitando a sua realização na formação inicial dos professores. Uma das adaptações consistiu em envolver professor, investigadores e professores cooperantes com os futuros professores, nas sessões do estudo de aula. Esta opção prendeu-se com a importância dos professores, investigadores e professores cooperantes participarem na formação dos futuros professores (e.g., Sykes, Bird, & Kennedy, 2010). Outra adaptação consistiu em realizar o estudo de aula numa UC do Mestrado em Ensino da Física e da Química. Este estudo de aula teve três ciclos. No ciclo 1 desenvolveu-se o estudo preparatório e o planeamento da aula de investigação (P), realizou-se a aula de investigação 1 (L1) e a reflexão pós-aula (R1). No ciclo 2, realizou-se a aula de investigação 2 (L2) e a respetiva reflexão pós-aula (R2). No ciclo 3, realizou-se a aula de investigação 3 (L3) e a reflexão pós aula (R3). Estes três ciclos designam-se abreviadamente por PL1R1 L2R2 L3R3. O estudo de aula decorreu ao longo de 17 sessões, cada uma com duração de duas horas e meia, realizadas uma vez por semana. Das 17 sessões, 14 realizaram-se numa sala da universidade onde habitualmente se leciona o curso de mestrado. Nessas sessões estiveram presentes os futuros professores e todos os outros participantes no estudo de aula. As restantes três sessões, correspondentes às aulas de investigação, realizaram-se nas turmas de três dos quatro professores cooperantes, em escolas diferentes, sempre com alunos do 9.º ano. As três aulas de investigação (1, 2 e 3) lecionadas pelos futuros professores incidiram no mesmo tópico de física, sendo a primeira lecionada por Pedro, a segunda por Jorge e a terceira por Carmo. A ordem de leção das aulas prendeu-se com a data em que o tópico se lecionava nas turmas envolvidas. O tópico foi escolhido de acordo com o calendário escolar das turmas dos professores cooperantes, com a duração da aula de investigação (90 min.) e procurou-se que pudesse envolver aspetos desafiantes para os alunos.

## 4.3 Estrutura das sessões do estudo de aula

O tópico do estudo de aula foi a energia cinética de um corpo. O ciclo 1 do estudo de aula envolveu 13 sessões, oito para o estudo preparatório, aprofundando o tópico e o seu ensino, três para planear a aula de investigação e duas para lecionar a aula e fazer a reflexão pós-aula. Durante o estudo preparatório, formulou-se a questão que orientou todo o trabalho desenvolvido. A questão foi a seguinte: O que aprendem os alunos sobre a energia cinética de um corpo com as MR? No período do estudo preparatório, realizaram-se as atividades de aprofundamento do tópico e de preparação para o seu ensino nas aulas de investigação. Nesta investigação, procurou-se conhecer as aprendizagens dos futuros professores quando usaram as MR no ensino da energia cinética de um corpo, nomeadamente tabelas, gráficos e equações. Por isso, discutiu-se amplamente como usar as MR no ensino dos conceitos da física. Mais especificamente, os futuros professores usaram a taxonomia de Ainsworth (2008) para analisar exemplos das funções/potencialidades das MR no ensino de tópicos da física, em vários manuais escolares. Esta taxonomia mostrou-se útil para apoiar os futuros professores a analisar as funções/potencialidades das MR no ensino da física, razão pela qual optámos por a usar para analisar as suas aprendizagens no ensino do tópico e categorizar os dados.

Nas sessões 9 a 11, elaborou-se o plano da aula de investigação dando-se, novamente, muita atenção às MR no ensino do tópico. Na sessão 12, um dos futuros professores lecionou a primeira aula de investigação a uma turma e os restantes participantes observaram a aula e

tiraram notas. Na sessão 13 realizou-se a reflexão pós-aula. Nesta sessão, analisou-se com muito detalhe os resultados dos alunos quando usaram as MR na aprendizagem do tópico e discutiu-se como tirar partido das funções/potencialidades das MR para melhorar os seus resultados. No ciclo 2, sessão 14, um outro futuro professor lecionou a segunda aula de investigação, sobre o mesmo tópico, a outra turma. Na sessão 15, realizou-se a respetiva reflexão pós-aula, procedendo-se de modo idêntico à sessão de reflexão pós-aula anterior. No ciclo 3, sessão 16, realizou-se a terceira aula de investigação, lecionada pelo terceiro futuro professor, sobre o mesmo tópico, a uma terceira turma e na sessão 17, fez-se a respetiva reflexão pós-aula. Nesta última sessão, os futuros professores fizeram um balanço sobre o uso das MR no ensino do tópico.

#### 4.4 Recolha e análise de dados

Recolheram-se os dados de diferentes fontes: observação participante através de registo vídeo (RV) e diário de bordo (DB), de todas as sessões; entrevistas individuais realizadas aos futuros professores (E); e reflexões individuais dos futuros professores (RI), realizadas no final do estudo de aula. O registo vídeo e diário de bordo são úteis por permitir aos investigadores analisar posteriormente os dados no contexto em que as ações decorreram. A opção de usar entrevistas e reflexões individuais prendeu-se com o facto de permitir aos investigadores compreender as intenções das ações dos futuros professores sobre o uso das MR no ensino do tópico, depois de concluído o estudo de aula. Para isso, no guião da entrevista, um dos domínios incidiu nas MR usadas pelos futuros professores nas aulas de investigação e sua fundamentação no processo ensino-aprendizagem. No guião da reflexão escrita individual solicitou-se aos futuros professores uma descrição do contributo do estudo de aula sobre o uso das MR no ensino do tópico, nas três aulas de investigação. Além disso, solicitou-se que identificassem aspetos importantes que contribuíram para o desenvolvimento desse processo formativo.

Nesta investigação as funções das MR foram usadas como categorias de análise (cada função corresponde a uma categoria). Em seguida, recorreremos a estas categorias para construir a nossa matriz de análise. Para isso, cada categoria foi dividida em subcategorias, consoante a função específica das MR no ensino do tópico (Tabela 2).

**Tabela 2- Categorias e subcategorias de análise (Fonte: autores)**

Função das MR	Subcategoria
Papel complementar	Usar processos de representação diferentes
	Usar as MR com informação diferente
Encorajar interpretações	Usar uma representação para interpretar outra, devido às suas propriedades
	Usar uma representação, para interpretar outra, por familiaridade
Construir uma compreensão aprofundada	Examinar relações entre variáveis para a generalidade das situações e valores (abstração)
	Estender a compreensão de uma representação noutra (extensão)
	Estabelecer relações entre representações (relação)

Depois de analisadas as transcrições dos registos vídeo e organizados os resultados por categorias (Tabela 2), analisámos os dados recolhidos nas entrevistas e nas reflexões escritas individuais. Os resultados foram, em seguida, agrupados aos restantes, nas categorias e subcategorias correspondentes. Os dados mais difíceis de categorizar foram discutidos entre os autores com o objetivo de chegar a um consenso. Os dados que não reuniram consenso não foram usados.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Papel complementar das MR com diferentes processos

No ensino da energia cinética de um corpo os futuros professores exploraram aspetos distintos sobre o tópico usando as MR. Na entrevista, Pedro deu a conhecer como pensaram:

a nossa estratégia de ensino era chegar à equação da energia cinética de um corpo (generalização) a partir da relação da energia cinética com a massa e da relação da energia cinética com a velocidade. (...). Sobre a primeira relação, pretendíamos que os alunos identificassem a relação de proporcionalidade direta entre a energia cinética de um corpo com a sua massa e, sobre a segunda, que descrevessem a dependência da energia cinética de um corpo com a sua velocidade.

Para colocar em prática esta estratégia, os futuros professores escolheram duas representações diferentes, “usamos um gráfico da energia cinética de um carro em função da sua massa, com uma velocidade constante (Jorge, RV). Outro futuro professor mencionou a outra representação: “usamos uma tabela com pares de valores das variáveis para os alunos relacionarem a energia cinética com a velocidade, mantendo a massa constante” (Pedro, RI). Sobre esta tabela, a primeira coluna tinha cinco valores da velocidade de colisão de um carro. A segunda coluna, os correspondentes valores da energia cinética do carro. Porém, o quinto valor da energia cinética encontrava-se representado por X. Pretendia-se que os alunos determinassem o valor de x e descrevessem a relação encontrada entre as duas variáveis. Como não conheciam a equação da energia cinética teriam de usar os valores da tabela para determinar o valor de x e, em seguida, descrever a relação encontrada entre as duas variáveis. Na perspetiva dos futuros professores:

Pedro: Os alunos usaram estratégias de resolução válidas. Uma aluna dividiu os valores da energia cinética pelos correspondentes valores da velocidade, i.e., 50 a dividir por 10 dá 5, 200 por 20 dá 10, 450 por 30 dá 15, este dá 20. Portanto o x tinha de ser um valor que desse 25. (...) Eles determinaram bem o valor da energia cinética, representado por x, mas não descreveram como variava a energia cinética do carro com a sua velocidade.

Jorge: Esta aluna tem um raciocínio muito interessante. Encontrou uma expressão numérica que relaciona a velocidade [sublinhada a tracejado] com a energia cinética [sublinhado a cheio]. É uma sucessão matemática complexa e correta, mas não tem um significado físico. Ela não conseguiu explicá-la aos colegas de grupo. A relação entre as variáveis que acabou por ser apresentada pelo grupo na turma foi uma expressão mais simples. (...) Criaram uma sucessão lógica só com os valores da energia cinética do carro.

Pedro: Na minha aula de investigação, a descrição da variação da energia cinética com a velocidade teve de ser feita por mim, no quadro.



Jorge: A aluna que eu observei nem sequer se preocupou com a coluna da velocidade do carro para determinar o valor de  $x$ . A relação que encontraram não tinha a velocidade (RV).

Para os futuros professores, os métodos usados pelos alunos para determinar  $x$  (um valor da energia cinética) eram válidos e surpreenderam-nos pela positiva. E, também, constataram que os alunos não relacionavam qualitativamente as duas variáveis da tabela.

## 5.2 Papel complementar das MR com diferente informação

Para ajudar os alunos a ultrapassar dificuldades na aprendizagem do tópico quando usaram um gráfico e uma tabela, os futuros professores optaram por usar dois gráficos. Esta opção foi mencionada, na entrevista de Carmo:

Eu achava que para a relação da energia cinética com a velocidade era suficiente a tabela e que o gráfico não fazia falta. No entanto, durante as aulas de investigação constatei que fez todo o sentido, isto é, os gráficos permitiram aos alunos visualizar que as relações da energia cinética com a massa e com a velocidade são diferentes. Na primeira relação, da energia cinética com a massa, era uma linha reta e na segunda relação, da energia cinética com a velocidade, era uma linha curva e logo aí os alunos conseguiam ver a diferença. Quando os alunos recorreram ao gráfico da energia cinética com a velocidade viram que não era uma proporcionalidade direta. Portanto, eu achei que o gráfico da energia cinética em função da velocidade trouxe vantagens para os alunos.

Na reflexão individual, Carmo também referiu os benefícios de usar dois gráficos para a aprendizagem dos alunos, “A inclusão do gráfico da energia cinética em função da velocidade, na minha opinião, revelou-se uma mais-valia pois permitiu aos alunos visualizar a relação entre a energia cinética do carro com a sua velocidade. E, ajudou os alunos a visualizar que a relação da energia cinética do carro com a massa é diferente da relação da energia cinética do carro com a sua velocidade” (RI, Carmo). Na entrevista, Pedro, fez menção a esta estratégia de ensino com as MR, “Para mim o mais difícil das duas relações era a energia cinética de um corpo com a sua velocidade. Eu acho que, no geral, com os dois gráficos, os alunos ficaram com a noção que a energia cinética varia de forma diferente com a massa e com a velocidade”.

## 5.3 Encorajar o uso de uma representação a partir de outra devido às suas propriedades

Na segunda aula de investigação, os futuros professores usaram dois gráficos permitindo aos alunos identificar a relação de proporcionalidade direta entre a energia cinética com a massa e descrever a relação da energia cinética com a velocidade (massa constante). Mais especificamente, um gráfico com três pontos para explorar a dependência da energia cinética de um corpo com a sua massa e a construção de um gráfico, a partir de uma tabela, para explorar a dependência da energia cinética com a velocidade. Porém, na terceira aula de investigação, os alunos não conheciam a função quadrática. Por isso, os futuros professores discutiram como usar as MR para ajudar os alunos a usar um gráfico com uma função que não era familiar aos alunos. Na reflexão individual, Carmo, deu a conhecer a estratégia colocada em prática pelos futuros professores na terceira aula de investigação:

Optou-se por substituir a construção do gráfico da energia cinética em função da velocidade, por um gráfico semi-construído e pedir aos alunos para marcar um ponto no

gráfico a partir da tabela (o valor da velocidade era dado e o da energia cinética, representado por  $X$ , era calculado pelos alunos). Atendendo aos valores igualmente espaçados na tabela e representados no gráfico numa escala acessível aos alunos, bem como a linha de tendência previamente desenhada, usar o gráfico não constituiu grande dificuldade para os alunos.

A opção de usar uma tabela para ajudar os alunos a familiarizar-se com as relações numéricas entre as duas variáveis e encorajá-los a representar um ponto no gráfico com base na tabela, permitiu aos alunos usar este gráfico na aprendizagem do tópico. Isto foi dado a conhecer, por exemplo, na reflexão individual de Pedro:

Na terceira aula de investigação não se pediu aos alunos para construir o gráfico da função quadrática. Decidiu-se apresentá-lo semi-construído e os alunos usavam a tabela para representar um ponto. Esta opção permitiu-lhes usar o gráfico e visualizar que as relações entre as variáveis, energia cinética, massa e velocidade, são diferentes.

#### **5.4 Encorajar o uso de uma representação a partir de outra por familiaridade**

Para encorajar estes alunos que desconheciam a função quadrática a usar o gráfico da energia cinética de um carro em função da sua velocidade, os futuros professores usaram outra estratégia, suportando-se no facto da relação de proporcionalidade direta ser do conhecimento dos alunos. Na reflexão individual, Carmo deu a conhecer em que consistiu a estratégia que usou na sua aula de investigação e o seu resultado:

No que diz respeito à relação da energia cinética de um corpo com a sua velocidade optei por projetar no quadro o gráfico da energia cinética em função da velocidade e, ao lado, o gráfico da energia cinética em função da velocidade ao quadrado. Com esta estratégia os alunos compreenderam que a relação de proporcionalidade direta entre as duas variáveis só se verifica quando a velocidade está ao quadrado. Acho que esta opção foi útil pois os alunos perceberam a diferença entre a dependência da energia cinética com a massa e a dependência da energia cinética com a velocidade.

Para Pedro, esta potencialidade das MR também trouxe vantagens para a aprendizagem dos alunos ao referir, numa das sessões de reflexão pós aula, “eu acho que o gráfico da energia cinética em função do quadrado da velocidade é uma maneira de ultrapassar esta questão dos alunos não conhecerem a função quadrática” (RV).

#### **5.5 Construir uma compreensão aprofundada por abstração**

Para a generalização do tópico, os futuros professores usaram o gráfico da energia cinética de um carro para diferentes valores da sua massa, uma tabela com valores da energia cinética de um carro e respetivos valores de velocidade, o gráfico, e quatro equações algébricas (a equação da energia cinética de um corpo e as restantes três equações sem significado físico). Como os alunos não conheciam a equação da energia cinética usavam as MR, i.e., gráficos e tabela. Na reflexão individual, Carmo deu a conhecer um dos métodos dos alunos quando identificaram a equação que traduz a generalização do tópico, “verificou-se que alguns alunos utilizaram o método da substituição numérica para identificar a expressão da energia cinética de um corpo”. Como Carmo mencionou, verificar igualdades e desigualdades das equações algébricas, permitiu aos alunos trabalhar as equações algébricas e identificar a equação que traduz a generalização do

conceito. Constatar que os alunos eram bem-sucedidos no método de resolução, mas que nem sempre identificavam a equação da energia cinética, foi o pretexto para os futuros professores melhorarem o uso das MR na generalização do tópico. Por exemplo, na reflexão individual, Carmo lembrou: “Os alunos não conseguiam identificar a equação da energia cinética (generalização) porque usavam os valores da tabela em quilojoule e do gráfico em joule”. Para Pedro isso acontecia porque “a tendência que os alunos têm é usar os valores sem olhar para as unidades. Por isso, devemos usar os valores da energia cinética nos gráficos e na tabela sempre em joule” (RV). As sugestões dos futuros professores de uniformizar as unidades da energia cinética, quando usaram as MR, permitiu que os alunos identificassem a equação da energia cinética de um corpo. Isso, também, foi dado a conhecer na reflexão individual de Pedro: “Na terceira aula de investigação, os valores de energia cinética das MR passaram a ser apresentados em joule (e não em quilo joule), de forma a poderem ser utilizados pelos alunos por substituição direta nas equações algébricas. (...) Estas alterações foram uma melhoria substancial na aprendizagem do tópico e devem ser consideradas de futuro”.

A ampla discussão sobre os métodos de resolução dos alunos com as MR levaram os futuros professores a ter em consideração outros aspetos importantes sobre o uso das MR para abordar a generalização do tópico, i.e., a equação algébrica de um corpo para quaisquer valores da massa e velocidade desse corpo e contexto. Por exemplo,

Pedro: no gráfico da energia cinética do carro para diferentes valores da sua massa, em vez de dizer que a velocidade é constante seria melhor acrescentar uma legenda dizendo qual é o valor da velocidade. E o mesmo na tabela, para além de dizer que se trata de um ligeiro com uma dada massa dá-se o valor da massa.

Jorge: E devemos reforçar a ideia que na questão da identificação da equação da energia cinética de um corpo devem recorrer aos gráficos da energia cinética do carro em função da sua massa e em função da sua velocidade e tabela. Para isso, no enunciado da questão: Indiquem qual das seguintes equações algébricas permite calcular corretamente a energia do movimento de um corpo em função da massa e do valor da velocidade desse corpo, devemos acrescentar que é com base nos gráficos 1, 2 e tabela 1” (RV).

Explicitar o valor numérico das variáveis controladas nas MR, num caso, o valor da velocidade e, no outro, o valor da massa, bem como encorajar os alunos a usar as MR são aspetos muitos importantes que os futuros professores tiveram em consideração na identificação pelos alunos da energia cinética de um corpo para quaisquer valores da massa e velocidade desse corpo e contexto.

## **5.6 Construir uma compreensão aprofundada por extensão**

Numa boa parte das sessões de reflexão pós-aula, os futuros professores discutiram como usar as MR para ajudar os alunos a descrever a relação da energia cinética com a velocidade. A propósito, Jorge sugeriu “introduz-se uma quadrícula para os alunos construírem o gráfico da energia cinética em função do valor da velocidade. Assim, incentivam-se os alunos a manipular os dados da tabela, desenharem a função e depararem-se com a visualização gráfica” (DB). Para Jorge, esta atividade estava ao alcance dos alunos, como deu a conhecer num dos momentos da sessão, “acho que os meus alunos olham para a tabela e constroem o gráfico da energia cinética com a velocidade com facilidade. Como os valores da tabela são regulares, acho que os alunos conseguem construir os gráficos sozinhos” (RV). Esta estratégia foi seguida por Jorge na aula de

investigação 2. Na sessão de reflexão pós-aula, os futuros professores avaliaram o resultado da sua estratégia com base nos resultados dos alunos. Por exemplo:

Pedro: Estes alunos representaram graficamente os valores da tabela e construíram o gráfico num instante. Depois interpretaram a relação da energia cinética do carro em função da sua velocidade e escreveram: Quanto maior a velocidade maior é o valor da energia do movimento. Depois chamaram o Jorge que os questionou “olhem para a tabela e vejam o que acontece à energia cinética quando a velocidade aumenta para o dobro”. Os alunos fizeram tentativas usando a tabela e comentaram “É o quadrado” e escreveram “a cada aumento  $x$  da velocidade, há o quadrado desse aumento  $x^2$  da energia do movimento. E, de seguida escreveram uma expressão.

Na perspetiva de Pedro, e não obstante a dificuldade dos alunos em traduzir algebricamente a relação encontrada, a construção do gráfico a partir de uma tabela permitiu aos alunos escrever tentativas para relacionar algebricamente os dois conceitos físicos, bem como descrever essa relação. E, na verdade, este modo de usar as MR (construção de um gráfico a partir de uma tabela) permitiu aos alunos desenvolver uma compreensão mais abstrata do fenómeno do que com uma tabela (situação ocorrida na primeira aula de investigação). As potencialidades das MR, para estimular os alunos a ir mais longe com uma representação, foi reconhecida, mais tarde, pelos futuros professores. Por exemplo, na reflexão individual, Pedro comentou: “Na segunda aula de investigação foram os alunos que construíram o gráfico da energia cinética do carro em função da sua velocidade com base na tabela. Isso ajudou-os a compreender a relação entre as duas variáveis, energia cinética e velocidade”. Também, Carmo, na reflexão individual, mencionou que esta estratégia de serem os alunos a construir o gráfico foi um melhoramento no uso das MR da primeira para a segunda aula de investigação:

Na primeira aula de investigação os alunos calculavam o valor de  $x$  para a energia cinética, mas não descreviam a relação entre a energia cinética e a velocidade. Na segunda aula de investigação, e como os alunos já conheciam a função quadrática, construíram o gráfico a partir da tabela. Esta estratégia ajudou os alunos a descrever a relação entre a energia cinética e a velocidade.

## 5.7 Construir uma compreensão aprofundada por relação

Para os alunos desenvolverem uma compreensão mais abstrata sobre a energia cinética e da sua relação com as variáveis, massa e velocidade, os futuros professores discutiram várias estratégias tirando partido do uso das MR. Por exemplo, numa das sessões de reflexão pós-aula, Jorge propôs a seguinte estratégia:

Jorge: Depois dos alunos usarem os gráficos para explorar as relações entre as variáveis, discutimos com eles as respetivas expressões algébricas e escrevemos no quadro: a energia cinética do carro é diretamente proporcional à sua massa e tem uma determinada constante de proporcionalidade. E, a energia cinética do carro é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade do carro e tem uma outra constante. Isto ajuda os alunos a relacionar os gráficos com as respetivas equações algébricas e a identificar por comparação a equação algébrica da energia cinética de um corpo (RV).

Um outro exemplo foi mencionado por Pedro ao sugerir que:

O gráfico, com a relação de proporcionalidade direta entre a energia cinética e o quadrado da velocidade, permite que os alunos olhem para a equação algébrica da energia cinética com mais conhecimento (...) este gráfico da proporcionalidade direta com o quadrado da velocidade ajuda os alunos a identificar a equação que traduz a generalização do tópico (RV).

## 6. DISCUSSÃO

Esta investigação tinha como objetivo compreender como é que os futuros professores usaram as MR no ensino da energia cinética de um corpo num estudo de aula. Recorrer à taxonomia de Ainsworth (2008), num estudo de aula, permitiu-nos conhecer o que aprenderam sobre as funções das MR no ensino da energia cinética, como as usaram para ajudar os alunos a compreender o tópico e porque as usaram. Os resultados mostraram que os futuros professores aprenderam a usar as três funções das MR no ensino da energia cinética, nas diversas fases do estudo de aula. Ou seja, aprenderam a usar a complementaridade das MR, a usar as MR para estimular a interpretação de outras e a usar as MR para a compreensão mais aprofundada dos conceitos.

Sobre a primeira função, complementaridade das MR, na fase de planeamento, os futuros professores sugeriram usar um gráfico para explorar a relação da energia cinética de um corpo com a sua massa e uma tabela para explorar a relação com a velocidade, com as variáveis controladas. E, de facto, diferentes processos de representação da informação pode ser uma estratégia útil para usar na sala de aula (Ainsworth, 2008). Ainda sobre esta função das MR, os futuros professores aprenderam a fazer uma gestão mais eficaz da informação (Ainsworth, 2008; Meyer, 2009). Isso foi visível quando, numa das sessões de reflexão pós-aula, sugeriram usar dois gráficos para explorar relações diferentes entre as variáveis do tópico, i.e., energia cinética de um corpo, massa desse corpo, e velocidade.

Sobre a segunda função das MR, numa das sessões de reflexão pós-aula, os futuros professores mostraram ter aprendido a usar as MR para estimular os alunos a interpretar o gráfico da energia cinética de um corpo em função da velocidade desse corpo (sendo a massa constante). Para isso, usaram duas estratégias seguidas nas aulas de investigação. Numa das estratégias, usaram uma tabela com valores da velocidade de um corpo e respetivos valores da energia cinética. A partir dessa tabela, os alunos familiarizaram-se com os números e relações numéricas entre as duas variáveis, encontraram padrões e sequências numéricas, apoiando-se nestas aprendizagens para interpretar o gráfico. Na outra estratégia, e com a mesma finalidade (i.e., usar um gráfico da energia cinética de um corpo em função da velocidade desse corpo), aprenderam que usar um gráfico mais acessível podia ajudar os alunos a interpretar um gráfico mais desafiante. Assim, recorreram ao gráfico da energia cinética de um corpo com a velocidade desse corpo ao quadrado. A relação de proporcionalidade direta entre as duas variáveis, neste gráfico, por ser mais acessível, facilitou a interpretação do gráfico, mais desafiante, relacionando a energia cinética de um corpo com a sua velocidade. E, na verdade, investigadores mostraram que a função das MR para estimular os alunos a explicar representações mais desafiantes é uma estratégia de ensino muito útil (Won, Yoon, & Treagust, 2014).

Sobre a terceira função, os futuros professores também aprenderam a usar as MR para a compreensão mais aprofundada do tópico. Assim, exploraram as MR para (i) generalizar a

expressão algébrica da energia cinética de um corpo, (ii) estender a compreensão de uma tabela com valores da energia cinética de um corpo e velocidade desse corpo para a construção de um gráfico com essas variáveis e (iii) criar relações entre gráficos e respectivas equações algébricas com as variáveis do tópico. Para a generalização da energia cinética de um corpo, sugeriram dois gráficos com as variáveis controladas (energia cinética com a massa, num deles, e com a velocidade, no outro), uma tabela associada a um dos gráficos e equações algébricas, uma delas a equação da energia cinética de um corpo. Este modo dos futuros professores usarem as MR foi seguido na terceira aula de investigação por um dos futuros professores. Como segunda estratégia, e com a finalidade de ajudar os alunos a relacionar qualitativamente a energia cinética de um corpo com a velocidade desse corpo, aprenderam que a construção do gráfico pelos alunos, a partir de uma tabela, facilitava a compreensão qualitativa do fenómeno. Com efeito, estudos empíricos mostraram que a construção de representações pelos alunos, como foi o caso, facilita a sua interpretação, assimilação e integração (e.g., Tytler, Prain, & Peterson, 2007). Como terceira estratégia, para a compreensão mais aprofundada do tópico, na segunda e terceira sessões de reflexão pós-aula, os futuros professores sugeriram relacionar o gráfico da energia cinética de um corpo com a sua massa (velocidade contante) e com a sua velocidade (massa constante) com as respectivas equações algébricas, permitindo a criação de outras relações (Ainsworth, 2014).

## 7. CONCLUSÕES

Neste estudo de aula sobre a energia cinética de um corpo, os futuros professores aprenderam a usar as três funções das MR, i.e., complementaridade das MR, estímulo para interpretação de outras representações e compreensão mais aprofundada dos conceitos. O desenvolvimento de uma investigação sobre a prática levou-os a elaborar um plano de uma aula com a finalidade de conhecer o que aprendem os seus alunos sobre a energia cinética de um corpo com as MR. Na procura de respostas, os futuros professores lecionaram as aulas e recolheram informação dos alunos quando aprenderam o tópico com as MR. Analisar os resultados dos alunos, nas sessões de reflexão pós-aula, com os olhos de investigadores, permitiu-lhes identificar dificuldades dos alunos e explorar as funções das MR para os ajudar a ultrapassar essas dificuldades. Envolvidos neste processo de cunho investigativo, reflexivo, e centrado nos alunos, os futuros professores aprenderam a usar as MR no ensino de um tópico, dando resposta a uma necessidade levantada na literatura. Na verdade, há necessidade dos futuros professores aprenderem a usar as MR para a compreensão e comunicação dos conceitos científicos (e.g., Ainsworth, 2008, 2014; Nieminen, Savinainen, & Viiri, 2017). Por isso, concluímos que num estudo de aula é possível criar situações formativas que levem os futuros professores a usar as MR e a explorar todas as potencialidades deste recurso no ensino dos conceitos da física.

Este estudo contribui para avanços do conhecimento sobre o modo como se podem desenvolver estudos de aula fora do seu país de origem e como é que, com base neste modelo, é possível desenvolver o conhecimento didático de futuros professores sobre as funções das MR que são essenciais para a aprendizagem da física.

## REFERÊNCIAS

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16, 183-198.
- Ainsworth, S. (2008). The educational value of multiple-representations when learning complex scientific concepts. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 191–208). New York, NY: Springer.
- Ainsworth, S. (2014). The multiple representations principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 464–486). Cambridge: Cambridge University Press.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. (2008). Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. *Research in Science Education*, 38(4), 463–482.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. C. Wittroch (Ed.), *Handbook of research on teaching*. New York, NY: Macmillan.
- Fernandez, C., Cannon, J., & Chokshi, S. (2003). A US–Japan lesson study collaboration reveals critical lenses for examining practice. *Teaching and Teacher Education*, 19(2), 171-185.
- Fujii, T. (2016). Designing and adapting tasks in lesson planning: a critical process of Lesson Study. *ZDM Mathematics Education* 48(4), 411-423. doi 10.1007/s11858-016-0770-3
- Chichibu, T. (2016) Impact on lesson study for initial teacher training in Japan: Focus on mentor roles and kyozai-kenkyuu. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 5(2), 155-168. doi.org/10.1108/IJLLS-01-2016-0001.
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education*. Dordrecht: Springer.
- Lewis, C. C. (2008). Lesson study. In L. B. Easton (Ed.), *Powerful designs for professional learning* (2<sup>nd</sup> ed.), (pp. 171–184). Oxford, OH: National Staff Development Council.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2<sup>nd</sup> ed.). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Murata, A. (2011). Introduction: conceptual overview of lesson study. In L.C. Hart, A.S. Alston, & A. Murata (Eds), *Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education*, (pp. 13-24). New York, NY: Springer.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2017). Learning about forces using multiple representations. In D. F. Treagust, R. Duit, & H. E. Fischer (Eds.), *Multiple Representations in Physics Education, Models and Modeling in Science Education* (pp. 160-178). Switzerland: Springer.
- Park, B., Flowerday, T., & Brünken, R. (2015). Cognitive and affective effects of seductive details in multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 44, 267-278.
- Stigler, J.W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap*. New York, NY: The Free Press.
- Sykes, G., Bird, T., & Kennedy, M. (2010). Teacher education: Its problems and some prospects. *Journal of Teacher Education*, 61(5), 464-476.
- Takahashi, A., & McDougal, T. (2016). Collaborative lesson research: maximizing the impact of lesson study. *ZDM Mathematics Education* 48(4), 513-526. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0752-x>
- Tsui, C., & Treagust, D. F. (2013). Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. In D. Treagust & C. Tsui (Eds.), *Multiple representations in biological education* (pp. 3-18). Dordrecht: Spinger.
- Tytler, R., Prain, V., & Peterson, S. (2007). Representational issues in students' learning about evaporation. *Research in Science Education*, 37(3), 313–331.
- Won, M., Yoon, H., & Treagust, D. F. (2014). Students' learning strategies with multiple representations: Explanations of the human breathing mechanism. *Science Education*, 98, 840–866. doi.org/10.1002/sce.21128
- Zhou, G., Xu, J., & Martinovic, D. (2016). Developing pre-teaching science with technology through microteaching lesson study approach. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(1), 85-103. doi 10.12973/eurasia.2017.00605a.

**ANÁLISE DAS PERSPECTIVAS DE EDUCAÇÃO SOBRE A TEMÁTICA AMBIENTAL  
PRESENTES NAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS DO ACERVO DIGITAL DE NARRAÇÕES  
MULTIMODAIS DA UTAD**

ANALYSIS OF THE EDUCATION PERSPECTIVES ON THE ENVIRONMENT PRESENT IN THE TEACHING  
STRATEGIES OF THE DIGITAL MULTIMODAL NARRATIVES COLLECTION OF UTAD

ANÁLISIS DE LAS PERSPECTIVAS DE LA EDUCACIÓN SOBRE LA TEMÁTICA AMBIENTAL PRESENTE EN LAS  
ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN LA COLECCIÓN DIGITAL DE NARRATIVAS MULTIMODALES DE UTAD

**Giovano Candiani, Eliane de Souza Cruz**

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

giovanocandiani@gmail.com

**RESUMO** | Nosso trabalho parte de dois pressupostos: a necessidade de se ensinar a temática ambiental numa perspectiva crítica e a importância dos relatos de práticas de ensino dos professores. Os objetivos foram: (i) descrever comparativamente as estratégias didáticas e práticas de ensino descritas em três Narrações Multimodais (NMs), selecionadas do acervo da UTAD - designadas por NM1, NM2 e NM3- que focam a temática ambiental explorada no contexto escolar português, e (ii) analisar as perspectivas de educação ambiental presentes nas mesmas. Destacam-se os principais resultados: dificuldades em adequar as atividades à infraestrutura de ensino (NM1), falta de autonomia de alguns grupos de alunos (NM1), utilização das tecnologias digitais básicas (NM2 e NM3) e utilização de ferramentas formativas avaliativas (NM1, NM2 e NM3). Foram identificadas três perspectivas de ensino: conteudista-naturalista, intermediária socioambiental e conteudista-naturalista e tecnicista. Não identificamos a perspectiva de educação crítica nas NMs analisadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação ambiental, Narrações Multimodais, Perspetiva crítica, Práticas de ensino.

**ABSTRACT** | Our work is based on two assumptions: the need for the teaching of environmental issues in a critical perspective and the importance of reporting teachers' teaching practices. The objectives were: (i) to comparatively describe the didactic strategies and teaching practices described in three Multimodal Narratives (NMs), selected from the UTAD collection - designated by NM1, NM2 and NM3 - that focused on the environmental theme explored in the Portuguese School context and (ii) to analyze the educational perspectives present in these. The main results that stand out are: difficulties in adapting activities to the teaching infrastructure (NM1), lack of autonomy of some groups of students (NM1), use of basic digital technologies (NM2 and NM3) and the use of evaluation training tools (NM1, NM2 and NM3). Three teaching perspectives were identified: content-naturalist; socio-environmental-intermediary and content-naturalist and techniques. The critical education perspective was not identified in the analyzed NMs.

**KEYWORDS:** Environmental education, Multimodal narratives, Critical perspective, Teaching practices.

**RESUMEN** | Nuestro trabajo está basado en dos supuestos: la necesidad de enseñar temas medioambientales desde una perspectiva crítica y la importancia de los informes de las prácticas docentes de los profesores. Los objetivos fueron: (i) describir comparativamente las diferentes estrategias didácticas y prácticas de enseñanza delineadas en tres Narrativas Multimodales (NMs), designadas por NM1, NM2 y NM3, sobre la temática medioambiental en el contexto escolar portugués que fueron seleccionadas de la colección UTAD y (ii) analizar las perspectivas de educación ambiental presente en ellas. Los principales resultados que se destacan son: dificultades para adaptar las actividades a la infraestructura de enseñanza (NM1), falta de autonomía de algunos grupos de estudiantes (NM1), uso de tecnologías digitales básicas (NM2 y NM3) y uso de herramientas de capacitación evaluativa (NM1, NM2 y NM3). Se identificaron tres perspectivas de enseñanza: de contenido-naturalista; intermediario-socioambiental y técnico y de contenido-naturalista. No identificamos la perspectiva de la educación crítica en las NM analizadas.

**PALABRAS CLAVE:** Educación medioambiental, Narrativas multimodales, Perspectiva crítica, Prácticas docentes.



## 1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais são cada vez mais significativos e perceptivos na sociedade. A grande discussão atual concentra-se em como reverter esta enorme crise ambiental instalada. Não basta somente buscar entender a relação do ser humano com o meio ambiente, mas também compreender muitos outros aspectos, tais como os sistemas econômicos das nações, suas relações éticas com o meio ambiente, seus crescimentos populacionais e suas características tecnológicas.

A temática ambiental no âmbito dos educadores quase sempre aparece no sentido de se analisar o cenário atual de crise ambiental global. Cabe ainda incluir em tal análise os aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos, associados aos problemas ambientais contemporâneos (Cavalcanti Neto & Amaral, 2011).

A partir desse propósito, consideramos importante refletir sobre o ensino da temática ambiental na escola o que representa um enorme desafio frente ao momento atual de crise ambiental global. Partimos do pressuposto de que há uma necessidade de se ensinar a temática ambiental numa perspectiva *crítica* (Loureiro & Layrargues, 2013; Loureiro, 2015), de forma mais sistêmica nas salas de aulas com atuação pedagógica pautada na sustentabilidade, dentro de uma concepção de transformação social, bem como de não se restringir à apresentação de conceitos e informações sobre o meio ambiente físico e biológico.

A importância de se ensinar a temática ambiental numa perspectiva crítica, é que esta define o meio ambiente de uma forma mais ampla e complexa, abrangendo uma totalidade que inclui os aspectos naturais e os resultados das ações humanas, como consequência da interação de fatores biológicos, físicos, econômicos e culturais, no contexto de uma abordagem histórica. O grande desafio de se ensinar na perspectiva crítica se remete a visão romântica e reducionista da concepção de meio ambiente, predominantes na sociedade em geral, que interpreta a temática ambiental como mãe natureza, sempre harmônica, sem a presença humana e, portanto de que o meio ambiente refere-se estritamente aos aspectos físicos naturais, como a água, o ar, o solo, as rochas, a fauna e a flora (Malafaia & Rodrigues, 2009).

Assim, os objetivos deste trabalho são: (i) descrever comparativamente as diferentes estratégias didáticas e práticas de ensino, descritas nas três Narrações Multimodais (NMs) na temática ambiental dentro do contexto escolar português, as quais foram selecionadas do acervo da Universidade Trás-os-Montes e Alto-Douro (UTAD) e (ii) analisar as perspectivas de educação ambiental presentes nas mesmas.

A NM é um instrumento teórico-metodológico que permite estudar com maior profundidade as práticas de ensino ao descrever de forma multimodal as intenções dos professores, preservar a natureza complexa e holística do ensino e da aprendizagem, permitir a verificabilidade dos eventos narrados, bem como permitir a comparabilidade entre as NMs elaboradas por professores diferentes, constituindo-se uma ferramenta útil para o desenvolvimento profissional dos professores. Esta ferramenta pedagógica também promove a capacitação profissional dos professores, melhorando suas práticas didáticas e potencializando seu trabalho em sala de aula. As NMs utilizadas no presente estudo encontram-se em uma plataforma digital <http://multimodal.narratives.utad.pt/> (Lopes, et al., 2018).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Diferentes perspectivas de educação sobre a temática ambiental

A sociedade busca reconhecer, entender e reverter o processo da crise ambiental atual, que não se iniciou agora, mas em função de uma série de ações históricas humanas no meio ambiente. O que se pretende no atual momento é entender quais as causas que levaram a humanidade a degradar a natureza, vários aspectos devem ser discutidos: os sistemas econômicos, os princípios éticos na relação ser humano e meio ambiente, o crescimento populacional e os desenvolvimentos tecnológicos são algumas das explicações possíveis.

Silva & Inforsato (2000) ressaltam que o trabalho educativo com a temática ambiental busca analisar e criticar o cenário ambiental atual, que além dos aspectos restritos aos elementos naturais do meio ambiente, deve-se envolver os elementos construídos, as ações humanas na natureza e fundamentalmente todos os aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos inter-relacionados.

Neste caminho, o trabalho com a temática ambiental no contexto da sala de aula deve oferecer ao aluno algo a mais do que as informações sobre o ambiente físico, químico e biológico. Discutir a concepção e a história da ciência e do conhecimento científico e suas implicações na maneira como o ser humano se relaciona com o meio ambiente. Assim, a análise e aprofundamento das concepções de meio ambiente, podem ajudar a entender e apontar caminhos para se trabalhar com a temática na sala de aula, buscando-se analisar de forma mais complexa os problemas ambientais atuais (Silva & Inforsato, 2000; Morin, 2013).

Manzano & Diniz (2003) analisaram, a partir do discurso de professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental no Brasil, as atividades sobre a temática ambiental realizadas com seus alunos. Foram considerados os dados de entrevistas realizadas com vinte e uma professoras de escolas estaduais brasileiras do município de Botucatu, no Estado de São Paulo, delimitando-se três perspectivas de ensino da temática ambiental: *conteudista*, *crítica* e *intermediária*. Os temas ambientais mais citados e trabalhados foram: água, lixo, poluição e atitudes de conservação. Os autores destacam que quanto mais próximo da perspectiva *conteudista*, maior predominância de assuntos constitutivos do meio ambiente, com poucas referências às relações entre os seres vivos e os diferentes aspectos do meio ambiente, e com atividades próximas aos modelos dos livros didáticos, já preestabelecidas e com uma participação mais passiva dos alunos. A perspectiva *crítica* aborda principalmente os assuntos relacionados aos aspectos sociais, fazendo relações entre os diversos níveis tanto da natureza quanto da sociedade, incluindo nessas relações diferentes disciplinas e privilegiando as atividades que desenvolvam a participação ativa dos alunos. Já a perspectiva *intermediária* caracteriza-se pelas ações pedagógicas que parecem ser ambientalmente conscientes, porém reduz o tema ambiental a atividades de aula, tais como leitura de textos e resolução de exercícios programados.

Cavalcanti Neto & Amaral (2011) avaliaram as estratégias didáticas utilizadas por professores de Ciências para o desenvolvimento de temas ambientais em aulas de Ciências e de Educação Ambiental no Ensino Fundamental II com crianças de 11 a 14 anos de idade, em três escolas públicas brasileiras no município da Escada, no Estado de Pernambuco. As autoras analisaram as estratégias adotadas nas aulas para a implantação de uma proposta de Educação Ambiental Crítica. Em uma das aulas analisadas, a professora trabalhou em sala de aula com seus alunos o tema “Ação humana nos ecossistemas”. A professora adotou como estratégia uma

apresentação oral do conteúdo, com apoio de um cartaz elaborado pelos alunos contendo imagens relacionadas com a temática apresentada. Alguns temas mencionados: desmatamentos, queimadas, poluição industrial, esgotos, lixo e ainda alternativas para minimizar a problemática ambiental. Este tipo de estratégia utilizou uma perspectiva naturalista do meio ambiente que, segundo Carvalho (2006), utiliza como base a percepção da natureza de caráter somente biológico e que tais fenômenos relacionados com os problemas ambientais relatados ocorrem independentemente da ação humana na natureza. Uma outra abordagem analisada neste mesmo trabalho foi a perspectiva *socioambiental*, em que a estratégia adotada pela professora foi mais dialogada com os alunos e orientada por uma racionalidade complexa e interdisciplinar, a qual pensa o meio ambiente não como sinônimo de natureza intocada, mas como um campo de interações culturais, sociais e físico-biológicas, no qual todos os elementos da relação modificam-se dinamicamente e mutuamente (Carvalho, 2006).

Loureiro et al. (2012) sintetizaram a problemática ambiental em três perspectivas de ensino: (i) *naturalística* – os problemas são abordados desconsiderando-se o contexto histórico, ignorando-se as relações sociais e onde a relação indivíduo-natureza é condicionada às relações naturais e à sua dinâmica, ou seja, interpretada somente a partir das Ciências Biológicas, (ii) *tecnicista* – em que as soluções técnicas e de manejo e gestão dos recursos naturais são apontadas como capazes de resolver os problemas ambientais atuais, tendendo-se a ignorar aspectos políticos e econômicos que contextualizam as tecnologias e seus desdobramentos na sociedade, perpetuando os sistemas vigentes e a alienação humana e a (iii) *romântica* - perspectiva que deriva do ser política e ecologicamente corretos, mas desconsidera a própria essência da natureza e da ação humana inevitável sobre esta. O meio ambiente é a mãe natureza, caracterizando a grandiosidade desta, sempre harmônica, enaltecida, maravilhosa, com equilíbrio e beleza estética, parecendo que o ser humano não está inserido na natureza.

Posteriormente, Loureiro & Layrargues (2013), fundamentados na teoria crítica de autores como Karl Marx e Georg W. F. Hegel, apresentaram uma perspectiva crítica da educação ambiental baseada em três situações pedagógicas: (i) analisar de forma complexa a realidade, questionando os condicionantes sociais historicamente produzidos que influenciam a reprodução social que gera desigualdades e conflitos ambientais, (ii) trabalhar na autonomia e na liberdade dos agentes sociais ante as relações de opressão e dominação próprias da modernidade capitalista e (iii) implantar a transformação mais radical do padrão societário dominante, que determina a atual situação precária da degradação ambiental. Nesta perspectiva *crítica*, o conceito central do ato educativo deixa de ser a transmissão de conhecimentos, implicando a contínua reflexão das condições de vida na prática concreta como parte inerente do processo social e como elemento indispensável para promover as mudanças e novas atitudes necessárias nas relações que estruturam a sociedade. Destaca-se a ação de uma educação que enfatize as práticas educativas, crítica e dialógica (Loureiro & Layrargues, 2013).

Na educação ambiental crítica, não basta criar uma nova cultura na relação humano-natureza, sendo preciso estabelecer uma nova sociedade. Trata-se de incluir na questão ambiental a compreensão político-ideológica, mediada por relações socioculturais, com uma abordagem pedagógica que problematize os contextos sociais em sua interface com a natureza, transcendendo a causa constituinte da questão ambiental e que tenha as origens nas relações sociais, nos modelos de sociedade e de desenvolvimento (Loureiro, 2015).

## 2.2 Narração Multimodal (NM)

Optamos por utilizar a NM como instrumento teórico-metodológico neste estudo por ser um documento que descreve com detalhe os processos de ensino e aprendizagem, incorporando em sua construção os acontecimentos mais relevantes ocorridos durante uma aula ou uma tarefa, sistematizando dados e informações obtidas através de modos multimodais, tais como trabalhos de alunos, registros fotográficos e gravações de áudios e vídeos (Lopes, et al., 2018).

Na NM o foco central é o episódio, unidade básica caracterizada pela descrição de uma aula ou tarefa de modo sequencial e cronológico, seguindo uma estrutura e foco padronizada – os quais potencializam e facilitam análises e comparações. As características de uma narração multimodal são, de acordo com Lopes, et al. (2018): um relato descritivo, completo e autocontido com um fio narrativo cronológico assinalado pelos tempos em que certas ações ocorrem, uma história genuína e singular, um relato verdadeiro e comprovável, através da ligação a outros dados, tais como gravações de áudio e vídeo, documentos produzidos pelos alunos, tarefas dadas pelo professor etc., tem elementos multimodais (por ex.: esquemas feitos no quadro, organização do espaço, reações dos alunos, reprodução de excertos de diálogos, silêncios etc.), decisões e intenções do professor e respectivos motivos. Estes elementos devem aparecer quando forem significativos e relevantes para a história, deve ser um relato sempre focado no que professor e alunos fazem e dizem desde a apresentação de uma tarefa (seja de que tipo for) até que ela seja dada como concluída.

Na construção de uma NM haverá um ou mais episódios apresentados pela ordem em que aparecem na aula. Uma narração multimodal apresenta a seguinte estrutura dividida em duas partes:

1.<sup>a</sup> Parte: a) contextualização: elementos contextuais (tempos, espaços e circunstâncias particulares da aula, características do professor e alunos), planta da sala de aula e posição predominante de professor e alunos e b) sumário: descrição sucinta do fio condutor da aula, com os episódios e tarefas que marcaram o tempo cronológico da aula;

2.<sup>a</sup> Parte: c) relato descritivo, detalhado e multimodal de cada episódio indicando a hora do início e a hora do término, pela ordem em que aparecem na aula.

A validação de uma NM é realizada por uma terceira pessoa, de forma independente, que possa efetivamente atestar sua precisão, confiabilidade e legibilidade. A prática de validação decorre da leitura da NM e a consulta simultânea de todas as informações registradas.

Após a validação a NM seguirá, mediante autorização do autor, para a base de dados de acesso livre na plataforma digital “Narrações Multimodais”, disponível desde outubro de 2017 no link <http://multimodal.narratives.utad.pt/>, a qual apresenta práticas narradas de ensino de Ciência e Tecnologia. O portal digital inclui: (a) um acervo de NMs; (b) informações sobre os projetos de investigação em que se baseia e (c) informações sobre o próprio instrumento NM. É dirigido a Professores de Ciência e Tecnologia em todos os níveis de ensino, pesquisadores em Educação em Ciência e Tecnologia e outros profissionais. Atualmente encontram-se organizadas e disponíveis para consulta aproximadamente 100 NMs de aulas de Ciência e Tecnologia obtidas junto a diferentes profissionais-professores de vários níveis de ensino e contextos de aprendizagem em países como Portugal, Brasil e Angola.

### 3. METODOLOGIA

A coleta de dados do estudo aqui apresentado deu-se através da consulta ao acervo de Narrações Multimodais (2017) no link <http://multimodal.narratives.utad.pt/>. O acervo é constituído por um documento com 1.892 páginas, agrupando todas as Narrações Multimodais registradas e validadas (100 NMs) no período de 2014 a 2017 (Lopes & Cravino, 2017). Acessando todas as 100 NMs com base no critério de “narrações multimodais contextualizando de alguma maneira uma temática ambiental”, foram selecionadas as três NMs sintetizadas na Tabela 1. As NMs foram selecionadas por meio das seguintes palavras-chave: meio ambiente, ambiental, poluição, ar, solo, água e energia.

**Tabela 1- Sistematização das narrações multimodais analisadas**

Narrações	Ensino	Disciplina	Nível	Tema da aula	Temática ambiental
NM1	Ciências Físico-Químicas	Química	Ensino básico (8º ano)	Reações químicas ácido-base	Poluição atmosférica
NM2	Ciências Naturais	Ciências Naturais	Ensino básico (5º ano)	Decantação, filtração e desinfecção	Tratamento de água
NM3	Ciências Físico-Químicas	Física	Ensino básico (7º ano)	Energia	Fontes de energia renováveis e não renováveis

No que diz respeito à análise de dados, utilizamos como dimensões de análise os aspectos estruturais analíticos do discurso em sala de aula de Ciências (Mortimer & Scott, 2002), a saber: (i) dificuldades superadas pelos professores, (ii) influência da infraestrutura, (iii) dificuldades dos alunos e múltiplas estratégias utilizadas pelos professores, (iv) utilização das tecnologias digitais, (v) ferramentas avaliativas e (vi) abordagens/perspectivas de ensino. Em relação à última (vi) abordagens/perspectivas e estratégias didáticas utilizaremos as três categorias de análise adaptadas de Manzano & Diniz (2003); Loureiro et al. (2012); Cavalcanti Neto & Amaral (2011).

As perspectivas de ensino da temática ambiental foram adaptadas de Manzano & Diniz (2003); Loureiro, et al. (2012); Cavalcanti Neto & Amaral (2011) e agrupadas em três categorias de análise, conforme síntese na Tabela 2.

**Tabela 2- Categorias de análise das perspectivas de ensino na temática ambiental**

Perspectiva Conteudista – naturalista e/ou tecnicista	Intermediária – romântica ou socioambiental	Crítica
<i>Conteudista</i> - meio ambiente é um simples tema como outros que compõem as disciplinas, transmissão de conhecimentos e participação passiva dos alunos.	<i>Intermediária</i> - ambientalmente conscientes, mas as ações reduzem o tema às atividades de aula, tais como leitura de textos e resolução de exercícios programados e não há	<i>Crítica</i> - trata o tema meio ambiente como parte de condutas cotidianas, participando da formação de valores e atitudes para a

<i>Naturalista</i> - desconsidera o contexto histórico e as relações sociais, a relação indivíduo-natureza condicionada às relações naturais à luz das Ciências Biológicas.	intervencções no meio ambiente que materializem a coerência entre os assuntos abordados-atividades desenvolvidas e posturas/comportamentos/ações.	transformação da realidade observada e com a participação ativa dos alunos nas atividades e saídas de campo. Características: democrática, cordial, justa, politizada, analítica das causas, reflexiva, inovadora, dialógica, problematizadora e interdisciplinar.
<i>Tecnica</i> - soluções técnicas e de manejo e gestão dos recursos naturais, ignoram-se aspectos políticos e econômicos, perpetua os sistemas vigentes e a alienação humana.	<i>Romântica</i> - política e ecologicamente corretos, mas desconsidera a própria essência da natureza e da ação humana inevitável sobre esta.	

## 4. RESULTADOS

Apresentam-se sinteticamente as três NMs selecionadas (seção 4.1) e posteriormente na seção 4.2, as seis dimensões de análise de aspectos estruturais analíticos do discurso em sala de aula de Ciências (Mortimer & Scott, 2002) referidas na secção anterior.

### 4.1 Síntese das três NMs selecionadas

Na NM1, a professora desenvolveu sua aula no laboratório da escola. A professora solicitou aos alunos que formassem grupos. Em seguida, ela mostrou uma imagem com peixes mortos em um lago, dizendo que tal ocorrência se dera em função da acidificação das águas, e em seguida questionou os alunos acerca deste fenômeno. Os alunos em sua maioria responderam que aquela ocorrência se dera devido à poluição, à acidificação e à chuva ácida. A professora, aproveitando estas respostas, perguntou aos alunos se eles sabiam como se formava a chuva ácida. Dos vinte e dois alunos presentes somente uma aluna respondeu que era devido a presença do dióxido de carbono emitido para a atmosfera pelos automóveis/indústrias e que permaneciam na atmosfera e também em contato com a água, formando ácidos que precipitavam com a chuva. Concluída esta etapa, a professora apresentou uma nova tarefa, solicitando aos alunos que respondessem um questionário em seus cadernos, após debaterem com os colegas de sala de aula.

As perguntas eram as seguintes: a) Qual é o efeito das chuvas ácidas nos seres vivos? b) Como é que as chuvas ácidas afetam os ecossistemas aquáticos? c) Como podem as chuvas ácidas afetar a vida das plantas terrestres? e d) Como podem as chuvas ácidas afetar a vida animal? Muitas respostas foram suscitadas pelos alunos, destacando-se as seguintes: a) Ocorre a morte dos seres vivos, b) Elas afetam acidificando os aquíferos, c) Podem afetar seu desenvolvimento, corroendo-as e inibindo ou eliminando seu crescimento e d) Provocando doenças. Outras respostas gerais foram mencionadas, tais como: as chuvas ácidas causam desmatamento, doenças respiratórias, câncer de pele e ainda causam danos materiais em estruturas, estátuas e edifícios.

Após o término do questionário, a professora desenvolveu uma atividade prática que consistia na neutralização de uma solução aquosa de hidróxido de sódio através da ação do dióxido de carbono. A professora disponibilizou um protocolo aos alunos e pediu que adicionassem umas gotas de fenolftaleína à solução aquosa de hidróxido de sódio no frasco de Erlenmeyer na bancada de trabalho. Em seguida, os alunos deveriam responder às seguintes

questões: (a) Qual a razão pela qual a solução mudou de cor? e (b) Tentem elaborar um esquema de palavras que traduza a reação química ocorrida.

Durante a execução da tarefa a professora circulou entre os grupos de alunos, perguntando se eles haviam observado a mudança de cor. Ao serem perguntados o porquê da mudança de cor da solução os alunos apresentaram muita dificuldade em decifrar o fenômeno que estava ocorrendo no experimento e não conseguiram descrever a reação química. Assim, a professora teve que explicar o fenômeno ocorrido, descrevendo o resultado obtido. A professora iniciou uma discussão destes resultados com os alunos, explicando a ocorrência do fenômeno. A professora em seguida apresentou um esquema com o ciclo de poluição da água, solicitando aos alunos as seguintes tarefas: a) Identifiquem as fontes de poluentes que contribuem para a acidificação da chuva, b) Identifiquem o nome da solução ácida que se formam na atmosfera devido à emissão desses poluentes e c) Tentem escrever as equações de palavras que traduzem as reações químicas que levam à formação da chuva ácida.

Os alunos apresentaram muitas respostas, destacando-se as emissões industriais e os veículos como fontes poluidoras. Após muitas discussões e debates e com o apoio da professora, os alunos conseguiram responder às questões e escrever as reações químicas da chuva ácida.

Na NM2, a professora iniciou a aula dividindo os alunos em grupos. Em seguida, explicou a tarefa relacionada com o tratamento da água que se encontrava dentro de um recipiente, misturada com terra. Iniciando as discussões, a professora perguntou aos alunos se, em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), após a decantação e filtração, a água estaria pronta para ser consumida. Após esta etapa, a professora distribuiu uma folha com a tarefa a ser realizada, explicando aos alunos que eles deveriam fazer um relatório incluindo todo o material utilizado na tarefa, os procedimentos realizados, as observações, os resultados e a conclusão.

A professora reforçou que na aula anterior havia promovido discussão teórica do funcionamento de uma ETA e seus processos básicos fundamentais de tratamento da água, tais como decantação, filtração etc. A professora passou à tarefa perguntando aos alunos se eles se lembravam da primeira fase do tratamento da água. Alguns alunos responderam sobre a captação da água dos mananciais, porém, ao continuarem com as descrições das etapas seguintes de tratamento da água, tiveram dificuldade em apresentá-las. A professora interveio, retomando as explicações das etapas de tratamento da água e, conjuntamente, professora e alunos passaram a descrever e discutir etapas. A professora explicou a fase da floculação, depois a etapa da decantação, seguida da filtração e a posterior desinfecção através da aplicação de substâncias químicas.

Após essa explicação, os alunos iniciaram o desenvolvimento da tarefa proposta, uma simulação do tratamento da água com os materiais que estavam disponíveis em mãos (água com terra, vidrarias e papel de filtro) para realizar a atividade. A tarefa foi concluída e os alunos descreveram em seus cadernos os relatórios referentes à tarefa. A professora também registrou os trabalhos dos grupos através de fotos tiradas durante a execução da tarefa e no final - com a água filtrada.

Durante a realização da tarefa foram observados muita discussão e debate entre os alunos, bem como vários momentos de auxílio da professora. Os alunos descreveram em seus relatórios que a água havia ficado bem mais limpa, mas ainda continha microrganismos. E alguns alunos relataram que a água precisaria ser ainda fervida antes de ser ingerida. Durante as práticas

pedagógicas também foram realizadas interações entre os aspectos ambientais e sociais da importância da água e as relações de causa-efeito da sociedade-natureza, sobretudo no contexto da qualidade e tratamento da água.

Na NM3, o professor iniciou a aula fazendo um resumo do conteúdo da aula anterior. O professor questionou os alunos quantos aos conceitos de Energia e as Fontes Energéticas. O professor perguntou aos alunos se eles já haviam ouvido falar sobre as fontes energéticas renováveis e não renováveis. Os alunos responderam que sim, mencionando as seguintes fontes energéticas: eólica, barragens, painéis solares, água, pilhas e baterias, carvão, gasolina e gás natural. O professor aproveitou estas respostas e classificou cada uma delas como renovável ou não renovável. O professor explicou, sempre com a intervenção dos alunos, que as energias solar, eólica, geotérmica, das marés e ondas, de biomassa e de fontes hídricas eram todas fontes renováveis. E que as fontes de energia não renováveis eram, por exemplo, as centrais térmicas (gás, carvão etc.) e nucleares.

Concluída esta etapa, o professor pediu aos alunos que respondessem a um exercício, no qual teriam que analisar um gráfico e responder qual era a percentagem de fontes de energia renováveis utilizadas em todo o mundo. Em seguida o professor passou a debater com os alunos acerca das diferenças entre as fontes energéticas renováveis e não renováveis. As discussões foram concebidas com base nos seguintes recursos energéticos: água, painéis solares, eólica, petróleo, energia do sol, carvão, pilhas, gasolina, gás natural e urânio. O professor ainda introduziu na discussão outras fontes energéticas, como: energia geotérmica, hidrogênio, biomassa e energia do biogás.

#### 4.2 Aspectos estruturais analíticos do discurso em sala de aula de Ciências

Na Tabela 3 apresentamos uma caracterização geral das aulas e perspectivas de ensino da temática ambiental nas três NMs analisadas.

**Tabela 3-** Caracterização geral das aulas e perspectivas de ensino da temática ambiental

Narrações	Atividades desenvolvidas	Principais temas ambientais	Ações dos participantes	Comentários	Perspectiva de Educação
NM 1	Exposição oral, Aula prática (laboratório), Aplicação de questionário (questões) e Uso de figuras.	Poluição hídrica, chuva ácida e poluição atmosférica.	Apresentações das tarefas.	Os alunos se mostraram inseguros no início das atividades e pouca interação entre os grupos e professor.	Conteudista-Naturalista.
NM 2	Exposição oral, Aula prática (laboratório), Revisão da aula anterior e Uso de esquemas.	Poluição da água e tratamento da água.	Elaboração de relatórios e exercícios.	Bastante interação entre os grupos de trabalho e professor e discussão de aspectos da sociedade.	Intermediária-Socioambiental.



---

NM 3	Exposição oral, Aplicação de exercício, Revisão da aula anterior e Uso de datashow.	Energia e fontes energéticas	Execução de exercícios.	Bastante interação com o professor e pouca entre os alunos.	Conteudista - Naturalista e tecnicista.
------	---	------------------------------	-------------------------	---	---

---

Com base na concepção de aspectos estruturais analíticos do discurso em sala de aula de Ciências, conforme preconizam Mortimer & Scott (2002), utilizaremos as seis dimensões referidas anteriormente:

**(i) Dificuldades superadas pelos professores**

Na NM1 a professora relatou que preparou uma solução aquosa muito concentrada, fato que acabou dificultando a ocorrência da visualização da mudança de cor na prática realizada. Os alunos ansiosos para observar tal fenômeno tiveram dificuldade de visualização, problema que foi contornado pela intervenção da professora com a diluição da solução.

**(ii) Influência da infraestrutura**

Nos episódios narrados pela professora da NM1, ela relata a carência de salas na escola, bem como o pouco contato dos alunos com o material de bancada do laboratório e a falta de oportunidade de manuseio dos equipamentos e reagentes. A professora demonstrou encontrar dificuldade em levar os alunos a fazerem aulas práticas no laboratório. A sala de aula dificultava o uso de projeções. Também foram apontadas dificuldades quanto ao *layout* das salas de aulas e espaços físicos nos laboratórios como, por exemplo, a disposição das bancadas e indisponibilidade de movimentação de mesas e cadeiras - muitas vezes não atendendo plenamente ao planejamento das atividades organizadas pelos professores. Na NM2, a professora relatou que as condições da sala de aula e laboratório em termos de infraestrutura eram adequadas. Na NM 3 não foram relatados aspectos relacionados a infraestrutura.

**(iii) Dificuldades dos alunos e múltiplas estratégias utilizadas pelos professores**

Nas três NMs estudadas, analisando as descrições dos episódios narrados, foi possível observar muita participação dos alunos durante as intervenções dos professores, com perguntas e respostas.

Os professores nas três NMs analisadas dialogam com os alunos em função de suas respostas dadas e nestes diálogos vão construindo e moldando os conceitos corretos observados tanto nas atividades de laboratório quanto nas aulas expositivas. Ao longo do detalhamento das narrações, foi possível notar uma constante retomada conceitual dos termos tratados e sequencialmente um avanço para novas discussões e aprimoramento no entendimento e caracterização dos conceitos teóricos e atividades práticas.

Em relação ao relato da NM1, a professora descreveu que em alguns grupos a estratégia didática adotada funcionou muito bem, mesmo com a presença nestes grupos de alunos com comportamentos complicados, pois haviam alunos com grande maturidade e estes conseguiram envolver os colegas durante a execução das tarefas. Porém, com outros grupos, a dinâmica pedagógica não funcionou muito bem. A professora da NM1 relatou que os alunos não foram capazes de responder sozinhos as questões de maneira adequada.

Na NM2 ainda, a professora relatou que os alunos tiveram muita dificuldade para fazer os relatórios das tarefas, mas com seu auxílio conseguiram cumprir as atividades.

Na NM3, o episódio narrado foi totalmente de caráter expositivo, com o professor apresentando o conteúdo no formato de apresentações em *powerpoint* e projetadas em *datashow*. Os conteúdos continham imagens mostrando as fontes energéticas e textos explicativos com os sistemas energéticos e suas tecnologias como, por exemplo, os painéis fotovoltaicos, as barragens hidrelétricas, os aerogeradores eólicos, as centrais térmicas e usinas nucleares.

Observou-se o uso de diferentes estratégias pedagógicas e práticas de ensino nas narrações multimodais, desde a utilização de tecnologias digitais a procedimentos mais tradicionais, como imagens e questões impressas em papel, além de práticas laboratoriais e desafios no formato de tarefas e exercícios. Independentemente da estratégia, aparentemente os professores atingiram seus objetivos, como se verifica por meio dos diferentes resultados apresentados pelos alunos nas diferentes práticas utilizadas em sala de aula.

#### **(iv) Utilização das tecnologias digitais**

Nas três NMs foi possível observar o uso e aplicação de ferramentas e tecnologias digitais em sala de aula desde a utilização de projeções de imagens até o uso, na NM 3, de um programa computacional para explicar aos alunos a diferença entre energia cinética e potencial.

#### **(v) Ferramentas avaliativas**

Destaca-se que nas três NMs estudadas todos utilizaram de ferramentas formativas avaliativas, não só com questões, tarefas, exercícios e práticas laboratoriais, mas também com a aplicação de formulários contendo alguns critérios avaliativos, que eram preenchidos pelos alunos durante a realização das tarefas e atividades pedagógicas. Estas avaliações das aprendizagens dos alunos foram essenciais e forneceram *feedback* ao professor para melhoria da prática de ensino.

#### **(vi) Perspectivas de ensino da temática ambiental**

Foi possível categorizar as aulas em 3 perspectivas distintas (Tabela 3): (i) *conteudista-naturalista* (NM1); (ii) *intermediária-socioambiental* (NM2) e *conteudista-naturalista e tecnicista* (NM3).

## **5. DISCUSSÃO**

Recorde-se que os objetivos do estudo foram: (i) descrever comparativamente as diferentes estratégias didáticas e práticas de ensino descritas nas três NMs na temática ambiental no contexto escolar português que foram selecionadas do acervo da UTAD e (ii) analisar as perspectivas de educação ambiental presentes nas mesmas.

Destaquem-se os principais resultados: dificuldades na infraestrutura (NM1), prática laboratorial com problema contornado (NM1), falta de autonomia de alguns grupos (NM1), necessidade de auxílio da professora (NM2) e dos colegas (NM1), utilização das tecnologias digitais básicas (NM 1 e NM2) e de programa computacional (NM3), ferramentas formativas avaliativas (NM1, NM2 e NM3) e identificação de três perspectivas de Ensino: (i) *conteudista-*

*naturalista* (NM1); (ii) *intermediária-socioambiental* (NM2) e *conteudista-naturalista e tecnicista* (NM3). Não identificamos a perspectiva de educação *crítica* nas NMs analisadas.

Na NM1 conteudista-naturalista, o tema meio ambiente foi tratado simplesmente como uma disciplina curricular, transmitindo conhecimentos aos alunos. As relações sociais foram desconsideradas na discussão dos problemas ambientais trabalhados e os alunos não participaram ativamente. A ação humana não foi inserida nas discussões.

Na NM2 intermediária-socioambiental, a temática ambiental foi trabalhada no contexto específico das atividades da aula, faltando estabelecer conexões com as ações práticas e efetivas comportamentais e éticas da ação humana no meio ambiente. As discussões foram mais ativas com abordagens sociais dos problemas ambientais tratados, porém faltou discutir com os alunos as condutas cotidianas humanas na natureza, principalmente a análise crítica da relação ser humano-meio ambiente.

Na NM3 conteudista-naturalista e tecnicista, o meio ambiente foi trabalhado também como mais uma disciplina do currículo, enfatizando-se a transmissão de conteúdo técnico. Os problemas ambientais são tratados somente por soluções técnicas e de manejo dos recursos naturais, faltando incorporar nas discussões os aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos que integram as questões ambientais.

Apesar da intensidade nas interações professores-alunos e alunos-alunos, das atividades serem bem dialógicas e dinâmicas com boa participação dos alunos nas três NMs analisadas, faltou discutir mais as inter-relações entre o ser humano e a natureza, reforçando a presença deste no meio ambiente como um agente modificador do meio e, portanto, impactante. Essa postura mais crítica nas aulas é de fundamental importância para formação de indivíduos mais responsáveis e sustentáveis.

De referir que nenhuma das três NMs foram consideradas de perspectiva *crítica*, pois faltaram aspectos de análise da realidade considerando o conjunto de elementos históricos, políticos, sociais e de transformação da sociedade (Cavalcanti Neto & Amaral, 2011).

De acordo com a análise, podemos considerar que a perspectiva que mais se concretizou nas práticas foi a perspectiva *naturalista* para a relação ser humano-meio ambiente (Loureiro et al. 2012) e a preocupação foi mais de conteúdo conceitual e procedimental. Não houve maior preocupação com os conteúdos atitudinais que possibilitariam maior diálogo entre os conhecimentos científicos e cotidianos (Loureiro et al. 2012).

As razões das dificuldades para se concretizar uma perspectiva de educação *crítica* na temática ambiental podem ser: (i) influência dos aspectos descritos (infraestrutura, dificuldades nas práticas de ensino e dos alunos); (ii) falta de orientações curriculares, livros e materiais didáticos; (iii) desconhecimento por parte dos professores da perspectiva de educação *crítica* na temática ambiental; (iv) lacuna na formação de professores e (v) falta de relatos de práticas descritas, por exemplo, com uso das NMs que permitam o desenvolvimento profissional dos professores.

A propósito da questão curricular, a temática ambiental no ensino formal brasileiro é inserida no currículo como tema transversal na nomenclatura utilizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do ensino básico (Brasil, 1998; 2000) ou como tema integrador na nomenclatura utilizada nas orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) da educação básica (Brasil, 2013) e repetidas na Base Nacional Comum Curricular BNCC (Brasil, 2019) que se

materializam nos livros didáticos com estes critérios mínimos. Este constrangimento curricular é justificado pela não utilização de forma adequada, dita transversal, da Educação Ambiental nas diferentes disciplinas e de orientações mais concretas, deixando os sistemas e as redes de ensino, assim como as escolas, livres para a incorporar esta temática nos currículos locais e nas propostas pedagógicas. No contexto português, o estudo do Meio do 1º, 2º e 3º ciclos do ensino básico é inserido em distintas ciências, como: História, Geografia, Ciências Físicas e Naturais, entre outras. A abordagem integra a resolução de problemas por meio da elaboração de projetos e atividades de pesquisa que busquem o conhecimento do ambiente natural e social (Ministério da Educação, 2001).

As limitações deste estudo são: (i) as três NMs analisadas são de aulas de Ciências que tinham como objetivos principais de ensino pautados nos componentes curriculares disciplinares e não em projetos da temática ambiental, (ii) não identificamos NMs na perspectiva *crítica* por ser mais complexa, mas a nossa análise limitou-se a base de dados da UTAD, portanto, não podemos afirmar que não existem práticas de ensino na temática ambiental na perspectivas de ensino *crítica* no contexto escolar português e (iii) inexistência de relações entre as seis dimensões analisadas (por exemplo, se os problemas enfrentados pela professora da NM1 na infraestrutura e na prática laboratorial influenciou a perspectiva e/ou a prática de ensino).

## 6. CONCLUSÕES

Como defendem Loureiro & Layrargues (2013), as questões ambientais no ensino, em geral, precisam ser organizadas para o enfrentamento dos processos de acumulação de capital, que colocam em risco a vida, dentre elas a humana, no planeta. Neste sentido, insere-se a necessidade da incorporação de um ensino ambiental pautado na ecologia política, que irá discutir como os processos econômicos, culturais e político-institucionais disputam e compartilham os recursos naturais e ambientais, ou seja, a natureza não é vista somente como fonte de recursos e somente prioritária para a existência humana. Outra necessidade é prover nas discussões a importância dos movimentos sociais e as lutas ambientais em seus contextos histórico e socioambiental. Também devem-se incorporar as estratégias baseadas na abordagem da justiça ambiental, evitando-se que a maior carga dos danos ambientais se destinem à parte mais vulnerável da sociedade e que as temáticas ambientais tratadas nos contextos das disciplinas formais nos ensinos regulares possam ser abordadas dentro de uma perspectiva de educação ambiental crítica, integrando as questões socioambientais nas discussões das temáticas ambientais em sala de aula (Loureiro & Layrargues, 2013; Loureiro, 2015). As contribuições deste estudo são direcionadas tanto para a comunidade de pesquisadores, como para a comunidade dos práticos (professores da escola básica e formadores de professores).

Para os pesquisadores, as contribuições do estudo foram: (i) construção de conhecimento do quadro teórico da perspectiva de educação *crítica* na temática ambiental e (ii) fornecimento de orientações práticas aos pesquisadores para que realizassem mais estudos aplicados e interdisciplinares com orientações concretas e práticas aos professores através da realização de pesquisa-ação, estudos de caso, validação de materiais didáticos, entre outros. Espera-se que estes estudos supram as lacunas identificadas nas estratégias didáticas analisadas neste estudo, nomeadamente a ausência de discussão dos aspectos sociais, históricos, culturais e políticos.

No que diz respeito aos práticos, considera que a perspectiva de educação *crítica* na temática ambiental poderá se efetivar com maior ênfase nas escolas se for inicialmente incorporada nos currículos através de orientações concretas, nos livros didáticos, e na formação inicial e continuada. Os professores precisam fomentar discussões que interliguem os conhecimentos científicos ao cotidiano de forma que os alunos sejam capazes de encontrar respostas aos problemas ambientais atuais e, principalmente, tornem-se cidadãos e cidadãs mais críticos da nossa realidade. Ressalta-se que este estudo se limitou a análise das NMs na temática ambiental e que não foi identificado a perspectiva de educação *crítica*. Porém, isso não significa que esta não faça parte das práticas de ensino de outros professores.

No que diz respeito à relevância, este estudo tem o potencial da comparabilidade das NMs ao se constituir uma ferramenta útil para o desenvolvimento profissional quer dos professores que elaboraram as NMs analisadas, quer dos leitores deste artigo (professores das escolas básicas, formadores de professores e pesquisadores).

## 7. IMPLICAÇÕES

As perspectivas *crítica* e *intermediária-socioambiental* são sempre mais aconselháveis na discussão das questões ambientais no contexto escolar porque são orientadas por concepções de racionalidade complexa e interdisciplinar, permitindo discutir com maior aprofundamento e complexidade as questões ambientais na sociedade e com impacto positivo no meio ambiente e sociedade. Em contrapartida, considera-se que as perspectivas *conteudistas-naturalistas* e *tecnicistas* e a *intermediária-romântica* podem trazer consequências danosas ao meio ambiente e a sociedade pelo seu caráter alienante que não se coaduna com a formação *crítica* esperada aos cidadãos do século XXI.

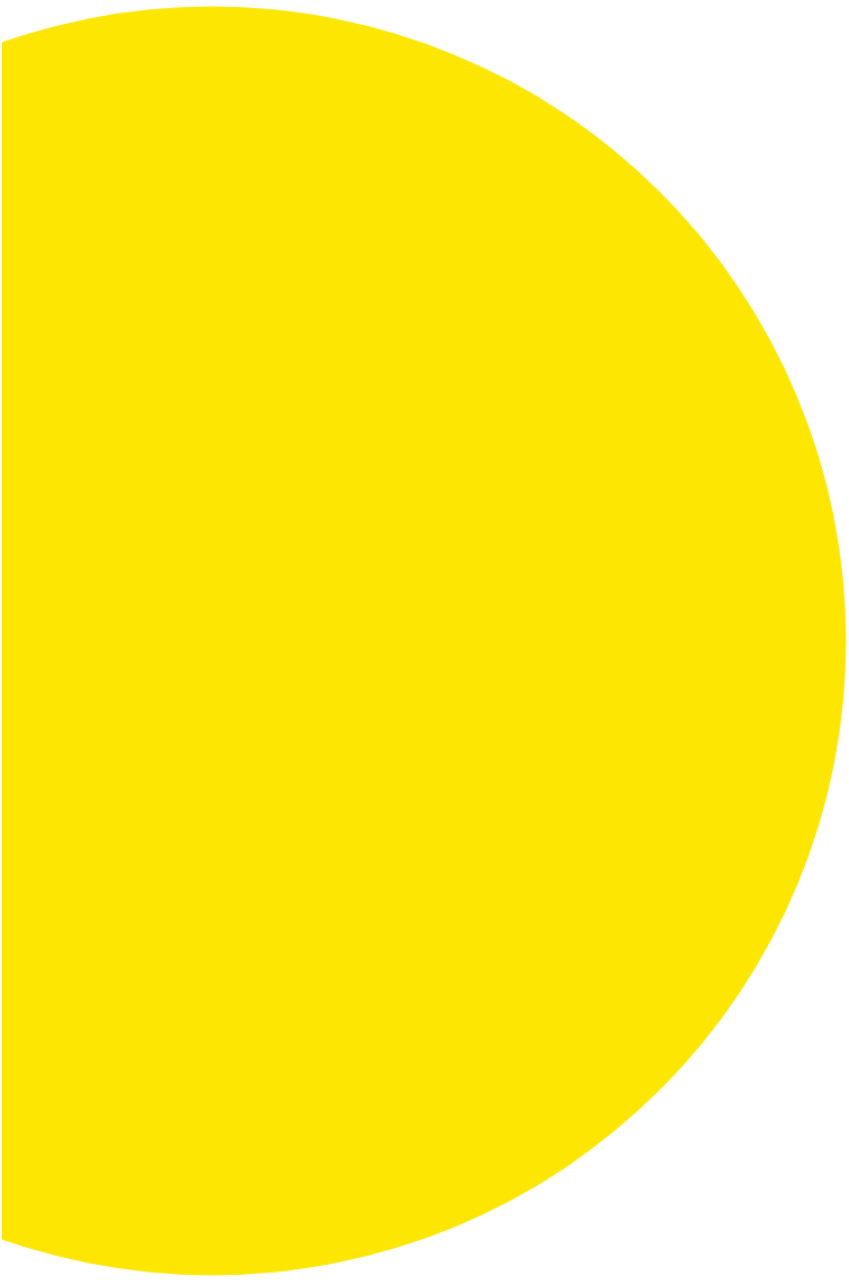
Consideramos importante refletir sobre a questão ambiental no contexto da educação, principalmente agora de crise ambiental, e que representa grandes desafios à sobrevivência da espécie humana e da vida na Terra. No contexto da complexidade dos problemas socioambientais que vivenciamos e da necessidade de se estruturar uma sociedade mais sustentável, democrática, solidária e mais humana, torna-se de fundamental importância ampliar nossas perspectivas de meio ambiente centradas em perspectivas conteudistas, naturalistas, românticas e tecnicistas para uma perspectiva mais *crítica*. Nesse processo de mudança de perspectivas, o processo educativo é essencial, permitindo se estabelecer uma percepção mais integrada do meio ambiente. Para isso é necessária uma educação ambiental crítica, ou seja, que inclua as dimensões sociais, histórico-culturais, econômicas e políticas nas questões ambientais, tratando-se de construir uma sociedade mais sustentável. A educação ambiental é um componente fundamental para resolver os problemas ambientais, devendo ser relevante aos interesses dos professores, alunos e comunidades e adaptar-se constantemente as mudanças tecnológicas e sociais (Hudson, 2001; Cavalcanti Neto & Amaral, 2011; Darling-Hammond et al., 2020).

Assim, a maior inclusão das temáticas ambientais numa perspectiva *crítica* ou mesmo *socioambiental* no contexto do ensino de Ciências é de fundamental importância na sociedade atual marcada por uma crise ambiental global, e pode favorecer para um uso mais sustentável dos recursos naturais, amenizando os problemas ambientais. Entretanto, a incorporação da perspectiva crítica-socioambiental carece de mudanças conceituais de toda a sociedade, o que representa um grande desafio, mas que a educação ambiental é a peça chave para a

implementação de uma sociedade mais sustentável e, principalmente, no desenvolvimento e incorporação de boas práticas de gestão ambiental no âmbito da escola e da educação como um todo.

## REFERÊNCIAS

- Brasil (1998). Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil (2000), Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros curriculares Nacionais do Ensino Médio*. Brasília: MEC.
- Brasil (2013). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC/SEB.
- Brasil (2019). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB.
- Carvalho, I. C. M. (2006). *Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico*. 2 ed. São Paulo: Cortez.
- Cavalcanti Neto, A. L. G. & Amaral, E. M. R. (2011). Ensino de Ciências e Educação Ambiental no Nível Fundamental: Análise de Algumas Estratégias Didáticas. *Ciência & Educação*, 17(1), 129-144. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000100009>.
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B. & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and Development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140. <http://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>.
- Hudson, S. J. Challenges for environmental education: issues and ideas for the 21st century. *BioScience*, 51(4), 283-288.
- Lopes, J. B. & Cravino, J. P. (2017). *Práticas de Ensino de Ciências e Tecnologia - Acervo de Narrações Multimodais*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. [http://multimodal.narratives.utad.pt/wp-content/uploads/2018/01/Acervo\\_NM\\_ebook\\_2017.pdf](http://multimodal.narratives.utad.pt/wp-content/uploads/2018/01/Acervo_NM_ebook_2017.pdf).
- Lopes, J. B., Viegas, C. & Pinto, A. (2018). *Melhorar Práticas de Ensino de Ciências e Tecnologia: Registrar e Investigar com Narrações Multimodais*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Loureiro, C. F. B. & Layrargues, P. P. (2013). Ecologia Política, Justiça Ambiental e Educação Ambiental Crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. *Trab. Educ. Saúde*, 11(1), 53-71.
- Loureiro, C. F. B. (2015). Educação Ambiental e Epistemologia Crítica. *Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.*, 32(2), 159-176.
- Loureiro, C. F. B.; Layrargues, P. P. & Castro, R. S. (Orgs.) (2012). *Sociedade e Meio Ambiente: a educação ambiental em debate*. São Paulo: Cortez.
- Manzano, M. A. & Diniz, R. E. S. (2003). *A temática ambiental nas séries iniciais do ensino fundamental: conversando com as professoras sobre as atividades realizadas*. Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (2003). Universidade de São Paulo.
- Malafaia, G. & Rodrigues, A. S. L. (2009). Percepção ambiental de jovens e adultos de uma escola municipal de ensino fundamental. *R. bras. Bioci.*, 7(3), 266-274.
- Ministério da Educação (2001). Departamento de Educação Básica. *Ensino Básico: Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico*.
- Morin, E. (2013). *A via para o futuro da humanidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, 7(3), 283-306.
- Silva, L. F. & Inforsato, E. C. (2000). Algumas considerações sobre as críticas ao conhecimento científico moderno no contexto do processo educativo e a temática ambiental. *Ciência & Educação*, 6(2), 169-179.



**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.



**CENTRO INTEGRADO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UM CONCEITO INOVADOR DE ENSINO FORMAL E NÃO FORMAL DE CIÊNCIAS**

INTEGRATED SCIENCE EDUCATION CENTER: AN INNOVATIVE CONCEPT OF FORMAL AND NON-FORMAL SCIENCE EDUCATION

CENTRO INTEGRADO DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS: UN CONCEPTO INNOVADOR DE ENSEÑANZA FORMAL Y NO FORMAL DE LAS CIENCIAS

**Diana Oliveira, Ana V. Rodrigues**

Universidade de Aveiro & CIDTFF, Portugal

diana.oliveira@ua.pt

**RESUMO** | O CIEC (Centro Integrado de Educação em Ciências – Escola Ciência Viva de Vila Nova da Barquinha) resulta da colaboração entre a UA-CIDTFF, a autarquia local e a comunidade escolar e tem características originais como um laboratório para o ensino experimental das ciências no 1ºCEB e um centro interativo de ciência alicerçado em temas locais, aberto à comunidade. É um exemplo pioneiro de articulação entre investigação em educação, formação inicial e contínua de professores e educação formal e não formal em ciências. A avaliação deste projeto, que conta já com sete anos de existência, é bastante positiva, tanto na perspetiva dos professores, como dos alunos, pais, autarquia e demais comunidade educativa. O CIEC-ECV tem vindo a ser reconhecido quer a nível regional (Comunidade Intermunicipal do Médio Tejo), quer a nível do próprio Ministério da Educação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Centro de Ciência, Laboratório de ciências, Atividades integradas, Educação STEM, 1º CEB.

**ABSTRACT** | CIEC (Integrated Science Education Center – Ciência Viva School of Vila Nova da Barquinha) results from the collaboration between UA-CIDTFF, the local municipality and the school community. It has original characteristics, such as a laboratory for the experimental teaching of sciences in the primary school and an interactive science center based on local themes which is open to the community. The CIEC is thus a pioneering example of the articulation between research in education, pre-service and in-service teacher training, and formal and non-formal science education. The evaluation of this project, over its seven years of implementation, is very positive, from the perspective of teachers, students, parents, municipality and other agents of the educational community. CIEC has been recognized both at regional level (Intermunicipal Community of the Middle Tejo), and at the level of the Ministry of Education itself.

**KEYWORDS:** Science Teaching Center, Science laboratory, Integrated activities, STEM Education, Primary education.

**RESUMEN** | El CIEC (Centro Integrado de Educación en Ciencias - Escuela Ciencia Viva en Vila Nova da Barquinha) es el resultado de la colaboración entre UA-CIDTFF, la autoridad local y la comunidad escolar y tiene características originales como laboratorio para la enseñanza de ciencias experimentales en primaria y un centro interactivo de ciencias basado en temas locales, abierto a la comunidad. Es un ejemplo pionero de la articulación entre la investigación en educación, la formación docente inicial y continua, la educación científica formal y no formal. La evaluación de este proyecto, que existe desde hace siete años, es muy positiva, tanto desde la perspectiva de los maestros como de los estudiantes, padres, municipalidad y otras comunidades educativas. El CIEC ha sido reconocido tanto a nivel regional (Comunidad Intermunicipal del Medio Tejo) como a nivel del propio Ministerio de Educación.

**PALABRAS CLAVE:** Centro de Ciencias, Laboratorio de ciencias, Actividades integradas, Educación STEM, Educación primaria.

## 1. INTRODUÇÃO

Com este artigo pretende-se partilhar a experiência do Centro Integrado de Educação em Ciências – Escola Ciência Viva (CIEC-ECV) de Vila Nova da Barquinha (VNB), que é um projeto de promoção de literacia científica para todos, desde os primeiros anos de escolaridade, assente num pilar de práticas de ensino e de aprendizagem integradas de educação em ciência.

O CIEC-ECV nasceu do trabalho conjunto entre a autarquia de VNB, uma equipa do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro (DEP-UA) e do Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores” (CIDTFF), uma equipa de arquitetos do Gabinete Aires Mateus, de professores, pais, alunos e demais comunidade educativa local.

A fase de conceção e planificação do CIEC-ECV demorou praticamente tanto tempo (2006-2009), quanto a fase da sua construção física (2009-2012). Desde o início da conceção do CIEC-ECV que se partiu da premissa que o espaço físico, em si mesmo, e apesar da sua importância, não seria suficiente para a concretização da ideia inovadora de escola que se pretendia. Desta forma, concebeu-se e desenvolveu-se, em paralelo (2007-2009), um programa de formação contínua para todos os professores do 1º CEB que viriam a integrar a escola.

O processo de desenvolvimento do CIEC-ECV e do programa de formação resultaram de uma investigação desenvolvida por Rodrigues (2016).

Em 2012 iniciou-se uma nova investigação: um projeto de mestrado levado a cabo por uma das professoras que participou no programa de formação, com o intuito de desenvolver uma proposta de organização temática de ensino das ciências no 1º CEB para este contexto particular (Costa, 2016).

Desde a sua abertura ao público em janeiro de 2013, o CIEC-ECV tem vindo a desenvolver atividades em contexto formal e não formal, tendo como orientação a promoção de práticas integradas de educação em ciências.

O trabalho com os professores titulares de turma é sistemático, sendo definidos desde o início de cada ano letivo um professor pivot por ano de escolaridade e um monitor do CIEC-ECV, que formam assim quatro díades pedagógicas para a planificação e realização das atividades de ciências. Trata-se de uma forma de formação continuada que ocorre entre pares. Para além disso, são também desenvolvidas ações de formação por solicitação dos próprios professores, como por exemplo uma oficina de formação sobre práticas integradas de educação em ciências (Rodrigues & João, 2016).

Assim apresenta-se de seguida o contexto e fundamentação teórica subjacente ao projeto CIEC-ECV; a sua caracterização a nível de infraestruturas, equipamentos e recursos; as atividades desenvolvidas quer em contexto escolar, quer com a comunidade; bem como se sistematiza o balanço avaliativo deste projeto ao longo da sua existência.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

### 2.1 Orientações e tendências transnacionais

De acordo com orientações da União Europeia os sistemas de ensino deverão ser adaptados de modo a que um maior número de jovens se interesse pelas ciências para assim aumentar o número de jovens que optam por uma carreira científica ou tecnológica (Comissão Europeia, 2001; Conselho da União Europeia, 2010).

O relatório da OCDE (2006), *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies*, identificava as metodologias de ensino como razão para o desinteresse das crianças pela ciência. Conforme o referido relatório, a situação incomfortável de alguns professores, que ensinam ciências nos primeiros anos de escolaridade, ao serem solicitados a abordar temáticas acerca das quais têm pouco conhecimento e nas quais se sentem pouco confiantes, conduz, muitas vezes, a abordagens de quadro e giz com as quais se sentem mais confortáveis, evitando abordagens investigativas que requerem deles uma compreensão mais profunda e integrada da ciência; por conseguinte, a ênfase é tendencialmente colocada na memorização de informação factual.

Em relação à literacia científica, Portugal desde a sua primeira participação no PISA (Programme for International Student Assessment) em 2000, em que se encontrava claramente abaixo da média da OCDE, tem vindo a apresentar uma evolução positiva, tendo mesmo superado a média da OCDE desde 2015. Contudo, a média da OCDE tem vindo a diminuir e, Portugal, apesar de ainda ter ficado uns pontos acima dessa média, também apresentou uma descida nos resultados entre 2015 (501 pontos) e 2018 (492 pontos) (OCDE, 2019).

Também no estudo internacional TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) se verificou uma descida nos resultados do desempenho dos alunos portugueses do 4º ano de escolaridade a nível das ciências entre 2011 (522 pontos) e 2015 (508 pontos). Estes resultados de 2015 (Martin, M., Mullis, I., Foy, P., & Hooper, M., 2016) revelam uma tendência inversa à do contexto internacional, uma vez que a maioria dos países evidenciou aumentos significativos nos resultados em ciências entre os dois últimos ciclos (Marôco, Lourenço, Mendes & Gonçalves, 2016).

Entre 2006 e 2010 o Ministério da Educação português implementou a nível nacional o Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências para professores do 1º CEB (PFEEC), que envolveu, nomeadamente, a formação de 8.102 professores, a produção de oito guiões didáticos temáticos, o financiamento das escolas para aquisição dos recursos necessários à realização das atividades experimentais propostas e, por conseguinte, envolveu de forma indireta os cerca de 15.000 alunos do 1º CEB, com os quais dos professores em formação dinamizavam as atividades em contexto de sala de aula. A estudo de avaliação do PFEEC (Martins, et al, 2012) veio revelar o seu impacte a nível das práticas de ensino de ciências dos professores participantes (ex. realização de atividades experimentais sobre os temas do PFEEC), nas dinâmicas das escolas/agrupamentos (ex. trabalho colaborativo, gestão de recursos de laboratório), nos manuais escolares produzidos pelas editoras (1º e 5º ano de escolaridade), na formação inicial de professores e nas aprendizagens dos alunos.

O relatório *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Rocard et al., 2007), tem insistentemente sublinhado a necessidade de preparar os jovens para um futuro

que irá requerer bom conhecimento e compreensão científica e tecnológica. Assim, importa promover uma educação em ciências para todos que habilite cada cidadão a viver e trabalhar numa sociedade do conhecimento, dando-lhe oportunidade de desenvolver ideias e maneiras científicas de pensar e de reforçar a uma cultura baseada em pensamento racional (Rocard et al., 2007).

De acordo com Harlen (2018) o ensino de ciências nos primeiros anos de escolaridade oferece a oportunidade de: desenvolver ideias científicas; proporcionar às crianças experiências relacionadas com a atividade científica para informar o desenvolvimento de atitudes em relação à ciência antes que os estereótipos de género influenciem os seus pontos de vista; estabelecer bases para o desenvolvimento da literacia científica; e contribuir para o desenvolvimento da consciencialização de aprender a aprender.

Para se caminhar em direção a esta meta é necessário ter-se consciência de que a educação em ciências começa muito antes da entrada na escola. Assim, quando as crianças atingem a idade escolar já tiveram experiências de aprendizagem muito diversas, desenvolvidas em contextos de aprendizagem informal e não formal. Porém, quando a criança inicia a sua escolaridade, ela não passa a aprender só na escola, continuando a vivenciar experiências desenvolvidas nos contextos de aprendizagem anteriormente referidos, experiências estas que não podem ser desprezadas pelo professor enquanto orientador do seu ensino formal. Pelo contrário, este deverá também proporcionar experiências de aprendizagem em ambientes de educação não formal, como por exemplo, a participação em visitas a museus ou centros de ciências, a exposições e a palestras sobre temas de ciências, e saber articulá-las e integrá-las com as atividades desenvolvidas em sala de aula (Rodrigues, 2016).

De acordo com o *International Council for Science (ICSU)* “as autoridades nacionais e as instituições financiadoras devem promover o papel dos museus e centros de ciência como elementos importantes na educação científica do público” (UNESCO-ICSU, 1999, pp. 23-24).

Tem sido amplamente defendido que as competências dos professores para ensinarem segundo uma perspetiva que enfatiza o trabalho prático e, em particular, o trabalho prático investigativo, bem como o trabalho em rede que são capazes de desenvolver, são peças-chave para incrementar o interesse e sucesso das crianças na aprendizagem das ciências (Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007).

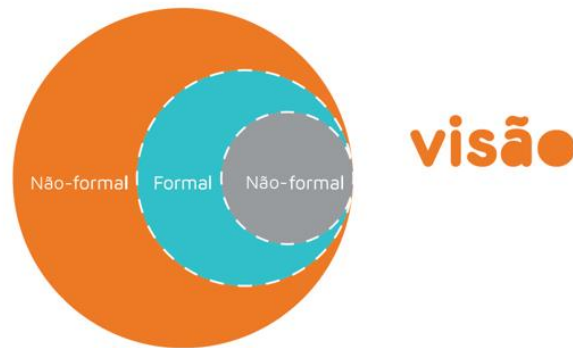
## **2.2 Um conceito inovador de ensino de ciências**

Tendo em consideração a necessidade de aumentar os níveis de literacia científica e, por conseguinte, a premência de uma forte aposta na educação em ciências para todos, desde os primeiros anos de idade em diferentes contextos educativos (formal, não-formal e informal), surgiu em 2007 a ideia e a oportunidade de se conceber um projeto inovador em Portugal de promoção do ensino das ciências: a construção de uma escola do 1º CEB com um centro de ciência lá dentro, o CIEC-ECV.

O CIEC-ECV configura-se como uma nova forma de organizar o ensino das ciências que, mais do que articula, integra educação formal e não-formal.

Considera-se, nesta perspetiva, que existe mais do que uma simples articulação, pois pretende-se que a conexão entre o formal e o não-formal se faça através de membranas

altamente “permeáveis”, permitindo a circulação ativa de conhecimentos nos dois sentidos e que o processo da sua construção seja integrado. No caso particular do CIEC-ECV (ilustrado na Figura 1), construiu-se dentro de uma infraestrutura formal – a escola – uma infraestrutura de educação não-formal de Ciências. Portanto aqui o não-formal está contido no meio formal. Por sua vez estas duas infraestruturas estão inseridas numa comunidade, na qual existem outras instituições com as quais se pretende uma interação ativa em que se implicam, interatuam, influenciam uma à outra.



**Figura 1** Abordagem integrada de educação em ciências subjacente ao CIEC-ECV.

Isto implica que processos, atividades, aprendizagens se cruzem e entrecruzem, proporcionando, desta forma, a construção de conhecimentos de diferente natureza, de forma integrada e integradora. Os ditos saberes “escolares”, por vezes descontextualizados dos saberes “da vida quotidiana”, deixam de ter sentido num ambiente desta natureza. A integração é o conceito-chave deste ambiente.

A educação em ciências começa muito antes da entrada na escola, como já foi referido anteriormente. É pois, necessário conhecer e analisar que ciência existe fora da instituição escolar, perceber que possibilidades se podem aproveitar para dentro da sala de aula, nomeadamente, para clarificar as necessidades que os alunos têm como cidadãos, para conectar com esses quotidianos e para aprender a ensinar de outra maneira (De Pro Bueno, 2005).

Neste sentido o CIEC-ECV tem por base a promoção de práticas integradas de educação em ciências, as quais de acordo com Rodrigues (2016) incorporam várias dimensões, nomeadamente: (i) Integração dos conceitos e fenómenos científicos com a realidade local; (ii) Integração das aprendizagens desenvolvidas em contexto formal, não-formal e informal; (iii) Integração das atividades desenvolvidas nos diferentes contextos; (iv) Integração da educação em ciências ao longo da vida dos indivíduos; (v) Integração a nível intergeracional através da partilha de experiências entre gerações distintas; (vi) Integração interciclos através do desenvolvimento de projetos de ciências; (vii) Integração multi, inter e transdisciplinar; (viii) Integração na formação inicial e contínua de professores; (ix) Integração com a investigação; e (x) Integração entre todos os participantes no processo.

As práticas integradas de educação em ciências podem assim ser entendidas como um conceito didático que não se dissocia do próprio conceito de educação como um constructo que concebe o desenvolvimento do ser humano como um todo (assente nos pilares do saber/conhecimento, do fazer, do ser, do viver juntos, participar ativamente...). Assim sendo, o conceito de práticas integradas de educação em ciências associa intencionalmente as diferentes

áreas do saber conduzindo assim à relevância de falar de práticas que se desenvolvem na interação entre contextos formais e contextos não-formais de educação (Paixão, 2015).

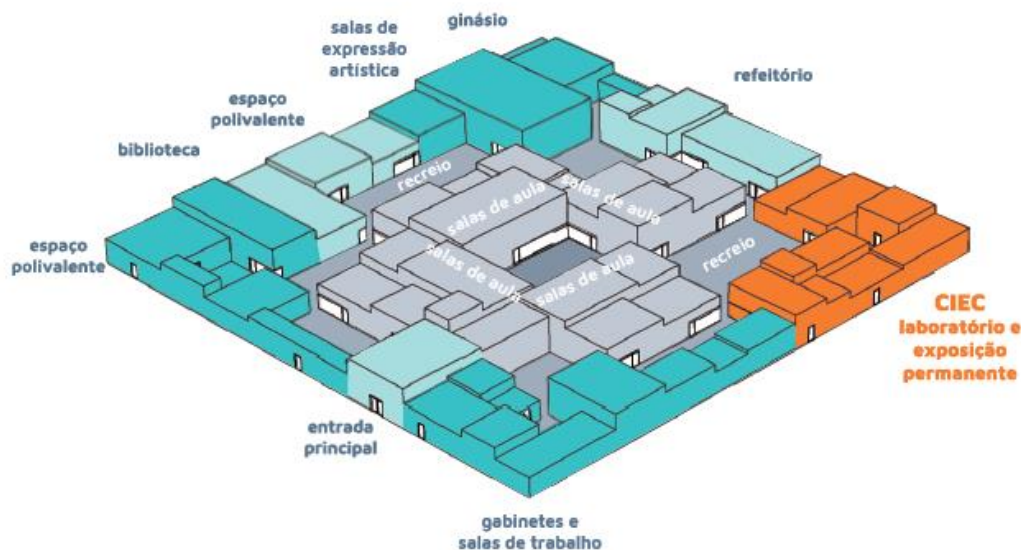
A nível operacional pode ainda considerar-se que a integração ocorre quando o espírito ou filosofia de educação de um dos ambientes, formal ou não formal, contamina o outro, contribuindo para a reformulação dos seus objetivos e práticas de educação (Martins, 2015).

### 3. PRÁTICA EDUCATIVA

Nesta secção iremos apresentar a dimensão física e organizacional (infraestruturas, modelo de gestão e recursos humanos) do CIEC-ECV (3.1); a dimensão de intervenção didática do CIEC-ECV a nível da educação formal e não-formal de ciências (3.2), tanto na dimensão de intervenção com a escola (3.2.1) como com a comunidade (3.2.2).

#### 3.1 Apresentação do CIEC-ECV: Conceção, infraestruturas e equipamentos

O CIEC-ECV faz parte integrante Escola Básica do 1º CEB de VNB (Figura 2). Esta é uma escola projetada como um “espaço para viver” com elevado grau de flexibilidade que permite conjugar várias áreas e modos de aprendizagem.



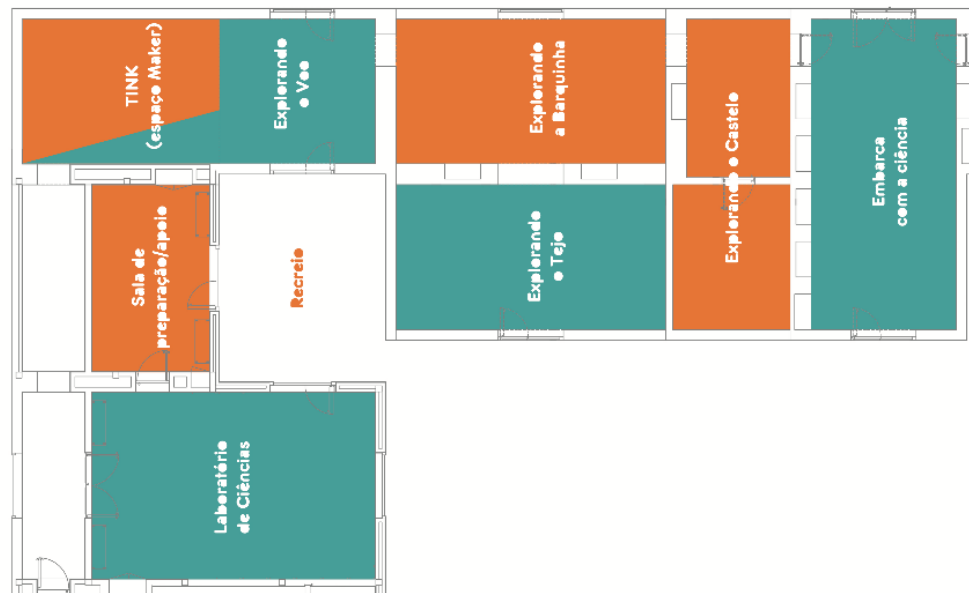
**Figura 2** Planta da escola com a localização do CIEC-ECV (a laranja) e outras áreas.

O CIEC-ECV<sup>1</sup> pertence à Rede de Escolas Ciência Viva e é uma Associação sem fins lucrativos que envolve a Autarquia de VNB, a UA, o Agrupamento de Escolas de VNB, a Associação de Pais da ECV e outras instituições locais. Foi uma iniciativa da Autarquia que juntou investigadores da UA-DEP-CIDTFF, uma equipa de arquitetos do gabinete Aires Mateus, professores, alunos e pais... Demorou três anos a ser concebido e planeado (2007-2009) e outros três a ser construído. Abriu ao público no dia 6 de janeiro de 2013, contando já com 7 anos de experiência de funcionamento.

<sup>1</sup> Website do CIEC-ECV: <http://www.ciec.vnb.pt>.

Atualmente é constituído por uma Direção e uma Equipa de seis elementos a tempo inteiro e de mais sete colaboradores a tempo parcial alocados à dinamização das Atividades de Enriquecimento Curricular (AEC).

Em termos de espaço é constituído por um laboratório de ciências, uma sala de apoio, um espaço de educação não-formal de ciências (Figura 3) e uma área exterior constituída pelo espaço “Cultivar Ciência” e por módulos interativos exteriores.



**Figura 3** Planta do espaço interior do CIEC-ECV (exposição permanente, laboratório e sala de apoio/preparação).

O laboratório do CIEC-ECV (Figura 4) foi concebido especificamente para o ensino formal das ciências no 1º CEB<sup>2</sup>, porém com uma versatilidade tal que permite o desenvolvimento de atividades de cariz não-formal para todas as idades. Anexo ao laboratório existe uma sala de apoio que serve de suporte à preparação das atividades do CIEC-ECV.



**Figura 4** Laboratório do CIEC-ECV.



**Figura 5** Armário temático: Magnetismo & Eletricidade, do laboratório CIEC-ECV.

<sup>2</sup> Para mais detalhes consultar: Rodrigues, A. V., & Martins, I. P. (2015). Desenvolvimento de um laboratório de ciências para os primeiros anos de escolaridade. *Interações*, 11(39), 368–380. <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8744/6303>.

No laboratório existem armários temáticos (Figura 5) com os recursos necessários à realização de atividades práticas de ciências por seis grupos de trabalho em simultâneo, sobre os seguintes temas: (i) Luz, sombras e imagens; (ii) Eletricidade: lâmpadas, pilhas e circuitos; (iii) Magnetismo: ímãs e atrações magnéticas; (iv) Forças e movimento: roldanas, alavancas, rampas e molas; (v) Corpo humano; (vi) Animais e plantas; (vii) Solos, rochas e minerais; (viii) Sistema-solar; (ix) Ar e água; (x) Objetos e materiais. Existem também dois armários com recursos transversais às atividades em número suficiente para cada grupo de trabalho.

O centro de interativo de ciências do CIEC-ECV é composto por cinco salas temáticas com 40 módulos interativos interiores (Figura 6) e exteriores (Figura 7), um espaço *maker* (o “Tink”) e pelo espaço “Cultivar Ciência” que engloba o Pomar tutti-fruti, a Horta (con)vida e o Jardim com sentido(s).



**Figura 6** Módulo “Mantém a barca em equilíbrio!”, Sala “Explorando a Barquinha”, CIEC-ECV.



**Figura 7** Módulos exteriores do CIEC-ECV.

### 3.2 Apresentação do CIEC-ECV: Atividades formais e não-formais

O CIEC-ECV tem vários âmbitos de ação que se podem agrupar em duas grandes dimensões de intervenção: (i) a sua intervenção direta e diária com a escola da qual faz parte integrante (Escola do 1.º CEB) e respetivo Agrupamento de Escolas de VNB (AEVNB) e (ii) a sua intervenção com a comunidade.

#### 3.2.1 Dimensão de intervenção com a escola

A nível da sua intervenção com a escola, e no que respeita a atividades de ensino formal das ciências, o CIEC-ECV desenvolveu um Programa designado “Experimenta+Ciência” que engloba o Projeto “Despertar para a Ciência” e “Despertar para a Ciência com contos” direcionados para o pré-escolar e o Projeto “Explorando no Laboratório” para o 1º CEB. No que respeita a atividades de ensino não-formal o CIEC-ECV dinamiza as AEC de todo AEVNB.

O Projeto “Despertar para a Ciência” consiste na realização semanal de 90 minutos de atividades de ciências com crianças de 5 anos dinamizadas pelos monitores do CIEC-ECV que se deslocam a todos os Jardins de Infância (JI) do AEVNB. Estas atividades são planificadas de forma colaborativa com as educadoras de infância das crianças.

O Projeto “Despertar para a Ciência com contos” consiste na dinamização de 60 minutos de atividades de ciências a partir de um conto infantil e funciona de forma articulada com a biblioteca escolar infantil que também se encontra sedeadada na Escola do 1.º CEB. Todas as



crianças de cada JI do AEVNB se deslocam uma vez por mês ao Laboratório do CIEC-ECV para a realização desta atividade.

O Projeto “Explorando no Laboratório” consiste na realização semanal de 90 minutos de atividades de ciências no laboratório por todas as turmas do 1º CEB (Figura 8).

	segunda-feira	terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira
09:00-09:30					
09:30-10:00		2.º A	2.º B	2.º C	
10:00-10:30					Turma mista (PR)
10:30-11:00	Jl mensal		Jl	Jl	Jl
11:00-11:30		1.º A	1.º B	1.º C	Atalaia Praia
11:30-12:00					
12:00-14:00					
14:00-14:30					
14:30-15:00	4.º B	3.º A	4.º A	4.º C VNB	3.º B
15:00-15:30					
	Projeto “Despertar para a Ciência com Contos”				
	Projeto “Despertar para a Ciência”				
	Projeto “Explorando... no laboratório”				

**Figura 8** Exemplo de horário do Programa “Experimenta + Ciência”.



**Figura 9** Atividade do Programa “Experimenta + Ciência”.

Estas atividades são planificadas e realizadas colaborativamente por um par pedagógico formado pelo professor titular da turma e um dos monitores do CIEC-ECV (Figura 9).

Ao longo destes sete anos foi-se aprimorando uma proposta de projeto curricular de ensino experimental das ciências realizada especificamente para este contexto no âmbito de uma dissertação de mestrado de uma das professoras da escola (Costa, 2016) orientada pela investigadora responsável pela conceção do CIEC. Este percurso levou ao desenvolvimento de cadernos com a compilação de atividades por ano de escolaridade que se vão adaptando anualmente.

O desenvolvimento do projeto “Explorando no laboratório” assenta numa dinâmica de práticas integradas de educação em ciências (ex. integrando a exploração de módulos do CIEC-ECV com as atividades realizadas no laboratório e de forma interdisciplinar), com inspiração nos princípios subjacentes ao STEM (Cianca, 2020), ao IBSE (Worth, Duque, & Saltiel, 2009; Harlen, 2013), ao ensino por pesquisa/questionamento (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002) em que as inter-relações ente Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) estão necessariamente presentes, tal como o envolvimento ativo (*hands-on, minds-on e hearts-on*) dos alunos em todo o processo.

Também são dinamizados projetos que envolvem as famílias, como é exemplo o projeto “Laços de família, uma semente na horta” que envolveu pais, avós e crianças no desenvolvimento de uma horta biológica no espaço Cultivar Ciência do CIEC-ECV.

A apresentação do CIEC-ECV e de exemplos de integração efetuada podem ser vistos no *webinar* “Ensino Integrado das ciências no 1º CEB” da DGE<sup>3</sup>.

As AEC são dinamizadas anualmente tendo por base um tema global em volta do qual toda a oferta de oficinas se baseia para a planificação das suas atividades. Por exemplo, no ano letivo de 2018/2019 o tema foi “Conhecer, preservar e promover a diversidade com Arte e Ciência”.

<sup>3</sup> Disponível na página de *webinars* da DGE: <https://webinars.dge.mec.pt/webinar/ensino-integrado-das-ciencias-no-1o-ceb>.

O CIEC-ECV dinamizada diariamente, para as turmas do 1º CEB do AEVNB, 12 oficinas enquadradas nos domínios artístico, científico-tecnológico e desportivo (Figuras 10 e 11). Assim, para além da Equipa CIEC-ECV permanente, existem mais 6 colaboradores a tempo parcial alocados à dinamização destas atividades.

Domínio	Oficina	Ano
Artístico	Oficina "Expressa-te	1.º, 2.º, 3.º e 4.º
	Oficina "Faz de conta"	1.º
	Oficina "Jogos de tabuleiro e outros que tais"	2.º
Científico e tecnológico	Oficina "Línguas para que vos quero?"	1.º e 2.º
	Oficina "Brinquedo"	1.º
	Oficina "Bem-estar"	2.º
	Oficina "Masterchef ECV"	3.º
	Oficina "Arqueologia"	4.º
Desportivo	Oficina "Jogos de outros tempos"	1.º
	Oficina "Natação"	2.º
	Oficina "Jogos de todo o mundo"	3.º
	Oficina "Jogos alternativos"	4.º

**Figura 10** Exemplo de horário do Programa "Experimenta + Ciência".



**Figura 11** Atividade sobre sais de banho da Oficina "Bem-Estar".

No final do ano letivo, cada oficina apresenta um produto do trabalho desenvolvido ao longo do ano (ex. teatro, coreografia, exposição, ...) na Mostra anual do CIEC-ECV, que é aberta a toda a comunidade.

### 3.2.2 Dimensão de intervenção com a comunidade

A nível da sua intervenção com a comunidade o CIEC-ECV, para além da sua exposição permanente, dinamiza uma série de eventos periódicos de divulgação científica, tais como: Cafés com Ciência; Contos & Ciências: Barquinha de vivências; Jantares com Ciência; Trilhos de Ciência & Arte; Workshops temáticos; Férias com Ciência; Festa de Aniversário com Ciência; Dias especiais; e O CIEC vai à rua.

No centro de ciência do CIEC-ECV, os visitantes são estimulados a responder a vários desafios, cujos conteúdos foram selecionados tendo por base o contexto e a realidade de VNB, isto é, temáticas históricas, culturais, geográficas e sociais locais.

Na sala de entrada, designada por "EmBarca com a Ciência", para além da área de acolhimento dos visitantes, existe o módulo interativo digital "EmBarca", onde os visitantes podem fazer uma viagem pelo concelho de VNB em diferentes períodos históricos e encontrar e explorar locais/eventos de relevância histórica e cultural que também inspiraram os temas das outras salas e respetivos módulos.

As outras quatro salas temáticas do CIEC-ECV são: Explorando o Castelo (inspirada no Castelo de Almourol); Explorando o Tejo (inspirada no rio Tejo); Explorando a Barquinha (dedicada ao concelho da Barquinha/VNB, nomeadamente à sua ribeira e ponte romana da Atalaia, às embarcações características e às escavações arqueológicas); Explorando o Voo (inspirada no Polígono Militar de Tancos).

O espaço "Tink", inaugurado em 2018, é composto por quatro módulos-desafios construídos para se "pensar com as mãos", numa lógica de *maker*. Aqui os visitantes são

desafiados a, por exemplo, construir e testar artefactos (ex. pontes, paraquedas, aviões de papel, circuitos de berlindes) com recurso à reutilização de objetos e materiais (ex. construir bases para mesas, tecendo fios de sacos de plástico).

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

##### **4.1 A nível da dimensão de intervenção com a escola**

No que respeita ao contexto formal (Laboratório), entre 2013 e 2018, registaram-se 1.830 sessões, junto de cerca de 1.750 alunos (média de 12 turmas de 1º CEB em cada ano letivo, com uma média de 250 alunos em cada ano).

O trabalho de Rodrigues e Martins (2015) sobre a avaliação do laboratório CIEC-ECV permitiu averiguar a perceção dos professores do 1º CEB titulares de turma da referida escola, tendo sido evidenciado que todos os professores consideram: (i) ser importante ou muito/extremamente importante a existência do laboratório para a realização das atividades experimentais no 1º CEB na escola; (ii) que o laboratório, pela flexibilidade do mobiliário/espço e pelos recursos disponíveis, é adequado ao nível etário e à exploração de atividades práticas relacionadas com as temáticas do programa do 1º CEB; (iii) que o laboratório promove a realização de atividades práticas de ciências de forma mais sistemática e continua; e (iv) que os seus alunos têm desenvolvido: (i) conhecimentos; (ii) capacidades científicas (ex. formular questões; comparar; interpretar/analisar dados; elaborar conclusões; formular uma resposta à questão-problema); e (iii) atitudes e valores face à ciência, à construção do conhecimento científico e à aprendizagem da ciência (ex. gosto/interesse pela ciência; espírito crítico; curiosidade; rigor/precisão).

Um estudo que procurou investigar a aprendizagem científica de alunos do 4º ano da Escola do 1º CEB de VNB (Teixeira, 2018) concluiu que os alunos participantes no estudo desenvolveram aprendizagens em ciências. Nas aulas observadas foram encontrados indícios de aprendizagem em ciências principalmente relacionada com o desenvolvimento do conhecimento científico e o envolvimento com a prática científica. Nas entrevistas os alunos relataram que se interessaram por ciências, que estão a aprender, que se envolvem com práticas científicas, que refletem sobre a própria aprendizagem, que aprendem com outras pessoas e que se identificam com a ciência.

No que respeita ao contexto não-formal, AEC, entre 2013 e 2018, registaram-se 5.409 sessões, junto de cerca de 1750 os alunos (média de 12 turmas de 1º CEB em cada ano letivo, com uma média de 250 alunos em cada ano). Em cada ano letivo, são dinamizadas uma média de 60 sessões semanais (34 semanas/ano) distribuídas por uma média de 15 oficinas temáticas que envolvem cerca de 17 dinamizadores (alguns dos quais elementos da Equipa CIEC).

Com base na recolha de dados realizada por inquérito por questionários, às crianças e aos dinamizadores, realça-se o elevado grau de satisfação de ambos. No ano letivo 2017-18: 92% das crianças afirmou “adorei” e 5% “gostei muito”; e os dinamizadores classificaram o seu grau de satisfação no nível 4 (numa escala de 1 a 5, em que 1 corresponde a “não satisfaz” e 5 a “satisfaz plenamente”). Com os questionários aplicados a 10 Professoras do 1º CEB no final do 1º semestre

de 2019/2020 verificou-se que todas as docentes classificaram o seu grau de satisfação no nível 4 (numa escala de 1 a 4, em que 1 corresponde a “não satisfaz” e 4 a “satisfaz plenamente”).

#### **4.2 A nível da dimensão de intervenção com a comunidade**

Entre 2013 e 2018 o CIEC-ECV regista 7.836 visitantes na exposição permanente, distribuídos por 428 visitas (a grande maioria corresponde a visitas de estudo de pessoas externas ao Agrupamento (as turmas do 1º CEB visitam a exposição de forma sistemática ao longo dos anos letivos, que não estão incluídos no número de visitas e visitantes). Em relação aos eventos de divulgação científica, realizaram-se mais de 349 edições, nas quais se registaram 8.862 participantes. Com base na recolha de dados realizada por inquérito por questionários aplicados no final das visitas e no final dos eventos, realça-se o elevado grau de satisfação dos participantes.

#### **4.3 A nível global na perceção de diferentes intervenientes**

O CIEC-ECV “é um daqueles exemplos bem-sucedidos de cooperação institucional com a comunidade” que “dá que falar em todo o país” (Universidade de Aveiro, 2017, p. 44). Reconhecendo que a avaliação deste projeto é extremamente positiva, o artigo destaca (i) o bom acolhimento por parte da população, (ii) o convite do Ministério da Educação para a Escola integrar o projeto-piloto do atual Plano de Inovação Pedagógica e (iii) o desafio da Comunidade Intermunicipal do Médio Tejo para a Equipa da UA apresentar um projeto de cultura científica para a região. Foram entrevistados diferentes atores. A Diretora do CIEC-ECV entende que o projeto é especial “porque permite trabalhar a literacia científica na comunidade, não apenas na Escola” (2017, p. 46). O Presidente da Câmara Municipal refere que a aposta do município numa educação de excelência, na requalificação do parque escolar e na formação dos docentes foi reconhecida pelo Secretário de Estado da Educação, João Costa, como um *case study* e afirma que “O feedback dos munícipes tem sido altamente positivo e os resultados concretos dos alunos deixam-nos muito orgulhosos” (2017, p. 46). A Coordenadora da Escola considera que trabalhar numa escola inovadora como esta é um privilégio e um desafio que lhes permite “questionar, pesquisar e observar, encontrando, deste modo, respostas conducentes a aprendizagens bastante significativas, do seu interesse e que respondem às suas expectativas” (2017, p. 46). Outra Professora sublinha que este projeto permite aos professores “formar cidadãos aptos a decidir tudo sobre a sua vida porque a ciência apetrecha-nos, faz com que a nossa mente esteja sempre em funcionamento para interrogarmos e resolvermos todos os desafios que enfrentamos” (2017, p. 47). Considera um Pai que esta escola permite que o seu filho “encare o mundo sempre com uma pergunta, em vez de tomar o mundo como algo certo” (2017, p. 47). Um monitor CIEC-ECV deve gostar da área das ciências, estar atualizado e disponível para construir novos conhecimentos e estar preparado para coadjuvar os professores no laboratório, refere um membro da Equipa CIEC-ECV (2017). Quanto ao acompanhamento dos visitantes nas visitas guiadas à exposição, refere que os visitantes valorizam a oportunidade de mexer, experimentar e explorar os diferentes módulos relacionadas com a história de Vila Nova da Barquinha. Uma visitante e participante assídua nos eventos de promoção e divulgação da cultura científica do CIEC-ECV sublinha que os mesmos “ensinam-nos a ver o mundo com outros olhos. Estes momentos de educação não formal, em família, lembram às pessoas que há programas diferentes e interessantes para fazer ao fim de semana” (2017, p. 48). A voz dos alunos exprime igualmente o impacto do CIEC-ECV. Uma aluna do 4.º ano referiu gostar de fazer experiências, diz

que aprendeu tudo sobre o ciclo da água e “Quando for grande quero ser cientista ou técnica de computadores”. Um aluno do 3.º ano diz que gosta muito do CIEC-ECV, “onde vou às vezes ver coisas e fazer experiências”. Uma aluna do 9.º ano (uma das que estreou a Escola enquanto aluna do 1º ano) afirma que “O contacto que logo cedo tive com as ciências permitiu-me estar mais bem preparada para os desafios que vão surgindo ao longo do meu percurso escolar e foi sem dúvida importante para que tivesse conseguido alcançar estes resultados [finalista do desafio Literacia 3D na área das ciências e finalista das Olimpíadas de Química]” (2017, p. 49).

O CIEC-ECV, inaugurado em 17 de abril de 2012 numa cerimónia presidida pelo anterior Ministro da Educação, Nuno Crato, tem vindo a ser reconhecido pela “cúpula da educação do país” (Novo Almourol, 2017, s/p.). Com efeito, em junho de 2016 recebeu a visita do Secretário de Estado da Educação, João Costa, que afirmou que o CIEC-ECV “é um exemplo para todo o país daquilo que pode ser feito e bem feito na escola pública”, acrescentando que “as pessoas vão-se cansar de me ouvir falar daquilo que vi hoje, que é uma excelente prática” (Novo Almourol, 2016, p. 6). Passado menos de um ano, em maio de 2017, o CIEC-ECV recebeu o atual Ministro da Educação, Tiago Brandão Rodrigues, que referiu “É enternecedor ver este projeto pedagógico”, considerando-o como um exemplo que “deve ser replicado em tantas outras escolas” e rematou: “saio daqui de coração cheio” (LUSA, 2017, s/p.). No mês seguinte, em junho de 2017, o Ministro da Educação voltou a visitar o CIEC-ECV, dessa vez acompanhado do Primeiro-Ministro, António Costa, que afirmou: “Tomei uma decisão: não há melhor maneira de começar o dia como visitando uma escola. [...] É difícil encontrarmos em qualquer parte do país uma escola com uma excelência destas” (Novo Almourol, 2017, s/p.).

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

O CIEC-ECV tem-se revelado uma experiência pedagógica no âmbito da educação em Ciências de sucesso, tanto a nível do ensino das Ciências no Jardim de Infância e 1º CEB como a nível das atividades de promoção de literacia científica para toda a comunidade.

Destacam-se como características fundamentais deste conceito inovador de integração do ensino formal e não formal de ciências as seguintes: a existência de infraestruturas, equipamentos e recursos adequados ao ensino experimental das ciências, a aposta na formação contínua dos professores, o trabalho colaborativo entre os professores titulares e os monitores do CIEC-ECV, a promoção de práticas integradas de educação em ciências, o envolvimento da autarquia de VNB e da direção do Agrupamento de Escolas, a interação articulada entre todas as partes interessadas e a investigação subjacente a todo o projeto.

O trabalho colaborativo desenvolvido na CIEC-ECV com a equipa da UA-CIDTFF ao longo da última década tem permitido validar e desenvolver *know how* no âmbito da educação em ciências desde os primeiros anos, que pode ser potenciado para outros contextos educativos, com as devidas adaptações às realidades particulares e projetos específicos. Nesse sentido consideramos que esta experiência consolidada poderá dar contributos importantes, nomeadamente a nível: da construção de laboratórios de ciências para os primeiros anos; da conceção e desenvolvimento de centros interativos de ciências; da formação inicial e contínua de professores; da organização curricular das ciências no 1º CEB; da organização das atividades de

enriquecimento curricular; e do desenvolvimento e validação de recursos didáticos de suporte ao ensino das ciências.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. no âmbito do projeto UIDB/00194/2020.

## REFERÊNCIAS

- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Ministério da Educação.
- Cianca, S. (2020). *Teaching elementary STEM education. Unpacking Syandards and implementing practice-based pedagogy*. Routledge.
- Comissão Europeia (2001). *Livro branco da comissão europeia. Um novo impulso à juventude europeia*. Comissão Europeia. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a3fb3071-785e-4e15-a2cd-51cb40a6c06b/language-pt>
- Conselho da União Europeia (2010). *Relatório intercalar conjunto do Conselho e da Comissão Europeia sobre a aplicação do programa de trabalho “Educação e Formação para 2010”*. União Europeia. <http://register.consilium.europa.eu/pdf/pt/10/st05/st05394.pt10.pdf>.
- Costa, M. A. (2016). *Ensino de ciências: uma proposta de organização temática para o 1º CEB* [Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro]. Repositório da Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/18467>.
- De Pro Bueno, A. (2005). Presentación de la monografía: La enseñanza no formal de las ciencias. *Alambique – Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 43, 5-7.
- Harlen, W. (2013). *Assesment & Inquiry-based Science education: Issues in policy and practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP). <http://www.interacademies.org/24998/Assessment-InquiryBased-Science-Education-Issues-in-Policy-and-Practice->
- Harlen, W. (2018). *The teaching of science in primary schools* (7ª ed.). Routledge.
- LUSA. (18 de maio de 2017). VN Barquinha: Ministro de “coração cheio” com promoção da cultura científica em comunidade escolar. *Rádio Antena Livre*. <https://www.antenalivre.pt/noticias/vn-barquinha-ministro-de-coracao-cheio-com-promocao-da-cultura-cientifica-em-comunidade-escolar/>.
- Marôco, J., Lourenço, V., Mendes, R., & Gonçalves, C. (2016). *TIMSS 2015 - PORTUGAL. Volume 1: Desempenhos em Matemática e em Ciências*. Instituto de Avaliação Educativa, I. P.
- Martin, M., Mullis, I., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 international results in science. Fourth Grade Science. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. <http://timss2015.org/timss-2015/science/student-achievement/>
- Martins, I. P. (2015, 20 de abril). *Formal e não formal: uma combinação (im)provável?* [Intervenção no painel]. Jornada “Partilha de práticas integradas de educação formal e não-formal de ciências”, Vila Nova da Barquinha, Portugal.
- Martins, I. P., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Sá, P., Rodrigues, A. V. Teixeira, F., Couceiro, F., Veiga, M. L. & Neves, C. (2012). *Avaliação do Impacte do Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências: Um estudo de âmbito nacional – Relatório Final*. Ministério da Educação e Ciência, Direção Geral de Educação <http://www.dgicd.min-edu.pt/outrosprojetos/index.php?s=directorio&pid=203#i>

- Novo Almourol. (2 de junho 2017). VN Barquinha: António Costa visitou a escola que todos querem visitar. E gostou muito. *Jornal Novo Almourol*. <https://novoalmourol.wordpress.com/2017/06/02/vn-barquinha-antonio-costa-visitou-a-escola-que-todos-querem-visitar-e-gostou-muito/>
- Novo Almourol. (junho 2016). Escola Ciência Viva mostrou porque deve ser “exemplo para o país”. *Jornal Novo Almourol*, 6. [https://issuu.com/novoalmourol/docs/jornal\\_novo\\_almourol\\_ed.412\\_junho](https://issuu.com/novoalmourol/docs/jornal_novo_almourol_ed.412_junho)
- OCDE. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and technology. Policy Report*. OECD Publishing. <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>.
- OCDE. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. PISA. Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections, a Report to the Nuffield Foundation*. Nuffield Foundation. [http://www.pollen-europa.net/pollen\\_dev/Images\\_Editor/Nuffield%20report.pdf](http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf).
- Paixão, F. (2015, 20 de abril). *Formal e não formal: uma combinação (im)provável?* [Intervenção no painel]. Jornada “Partilha de práticas integradas de educação formal e não-formal de ciências”, Vila Nova da Barquinha, Portugal.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Ilenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Comissão Europeia. [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf).
- Rodrigues, A. V. & João, P. (2016). Práticas Integradas de Educação em Ciências: um programa de formação contínua para professores com cariz CTS. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Y Sociedad*, 11(33), 181-202.
- Rodrigues, A. V. (2016). *Perspetiva Integrada de Educação em Ciências: Da teoria à prática*. UA Editora. [https://ria.ua.pt/bitstream/10773/15416/1/Livro\\_perspetiva%20integrada%20Educação.pdf](https://ria.ua.pt/bitstream/10773/15416/1/Livro_perspetiva%20integrada%20Educação.pdf).
- Rodrigues, A. V., & Martins, I. P. (2015). Desenvolvimento de um laboratório de ciências para os primeiros anos de escolaridade. *Interações*, 11(39), 368–380. <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8744/6303>.
- Teixeira, L. A. (2018). *Um estudo a respeito da aprendizagem científica em uma escola de 1º ciclo em Portugal*. [Tese de doutoramento, Universidade Estadual de Londrina]. Repositório da Universidade Estadual de Londrina. [http://www.uel.br/pos/mecem/arquivos\\_pdf/12018TESELILI.pdf](http://www.uel.br/pos/mecem/arquivos_pdf/12018TESELILI.pdf)
- UNESCO-ICSU. (1999). *Ciência para o Século XXI – Um Novo Compromisso*. UNESCO.
- Universidade de Aveiro. (2017, June). Resultado de uma parceria com a UA: Escola Ciência Viva de Vila Nova da Barquinha dá cartas no ensino experimental das ciências. *Linhas, Revista da Universidade de Aveiro*, 44–49.
- Worth, K., Duque, M., & Saltiel, E. (2009). *Implementing Inquiry-Based Science units for primary education*. La main à la pâte. [https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/Guide\\_Designing%20and%20implementing%20IBSE\\_final\\_light.pdf](https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/Guide_Designing%20and%20implementing%20IBSE_final_light.pdf).

**FORMULACIÓN DE PROBLEMAS EN UN AULA DE EDUCACIÓN INFANTIL: UN RETO  
DESDE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**PROBLEM-POSING IN A CHILDHOOD EDUCATION CLASSROOM: A CHALLENGE FROM PROBLEM  
SOLVING**

**FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS NA SALA DE AULA NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR: UM DESAFIO DE  
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

**Myriam Codes<sup>1</sup>, Juan Pedro Martín<sup>1</sup>, Rocío Pérez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Huelva, España

<sup>2</sup>Colegio de educación infantil y primaria Aurora Moreno, Gibrleón, Huelva, España  
myriam.codes@ddi.uhu.es

**RESUMEN** | Describimos una práctica de aula en Educación Infantil sobre formulación de problemas con alumnado de cuatro años como parte del trabajo desarrollado en un grupo de investigación colaborativa de profesionales de la educación. Se diseñaron cuatro situaciones con diferentes objetos con la intención de que los estudiantes formularan problemas que abordaran diferentes contenidos matemáticos: clasificación, medida o número. Se evidencia la viabilidad de la formulación de problemas en Educación Infantil mostrando algunos ejemplos de problemas formulados por los estudiantes. El análisis del desarrollo de la actividad destaca dos elementos clave en su diseño e implementación: la resolución de problemas como vehículo para enseñar a formular problemas y la selección de situaciones a partir de las que los estudiantes deben formular los problemas.

**PALABRAS CLAVE:** Educación Infantil, Formulación de problemas, Resolución de problemas, Educación Matemática.

**ABSTRACT** | We describe a classroom practice in Early Childhood Education on problem posing with four-year-old students as part of the work carried out in a collaborative research group of educational professionals. Four situations with different objects were designed, with the intention that students could pose problems addressing different mathematical contents: classification, measure or number. The viability of problem posing in Early Childhood Education is described by showing some examples of problems formulated by students. The analysis of the development of the activity highlights two key elements in its design and implementation: problem solving as a vehicle to teach how to pose problems and the selection of situations from which students have to pose problems.

**KEYWORDS:** Childhood Education, Problem posing, Problem solving, Mathematics Education.

**RESUMO** | Descrevemos uma prática de sala de aula na Educação de Infância sobre a formulação de problemas com crianças alunos de quatro anos, como parte do trabalho desenvolvido por um grupo de pesquisa colaborativa com profissionais de educação. Foram planificadas quatro situações com diferentes objetos, com a finalidade de que os estudantes formularam problemas, abordando diversos conteúdos matemáticos: classificação, medida ou números. Evidenciamos a viabilidade da formulação de problemas na Educação de Infância, mostrando alguns dos exemplos de problemas formulados pelas crianças. A análise do desenvolvimento da atividade destaca dois elementos chave no planeamento e sua implementação: a resolução de problemas como veículo para ensinar a formular problemas e a seleção de situações a partir das quais as crianças podem formular os problemas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Pré-escolar, Formulação de problemas, Resolução de problemas, Educação Matemática.



## 1. INTRODUCCIÓN

La formulación de problemas es una práctica matemática que contribuye al desarrollo de diversas capacidades en los estudiantes, como la flexibilidad mental (Bonotto, 2012). A pesar de los avances en la introducción de esta práctica en aulas de Educación Primaria y Secundaria (Tavşanlı, Kozaklı Ülger y Kaldırım, 2018), en Educación Infantil hay pocos estudios que muestren cómo discentes de cuatro o cinco años formulan problemas matemáticos (English, 1998; Baroody, 1994) o cómo el profesor diseña y gestiona una sesión de formulación de problemas (Cai y Hwang, en prensa), a pesar de lo importante de su papel (Singer, Ellerton y Cai, 2013). En la Universidad de Huelva (España), en el seno de un grupo de investigación colaborativa en el que profesionales de la enseñanza de la matemática trabajan el desarrollo profesional del profesor de matemáticas, se propuso una actividad de formulación de problemas en un aula de cuatro años.

Antes de la implementación de la actividad que describimos aquí, se trabajó en el aula la resolución de problemas con recursos para facilitar su comprensión y resolución, aprovechando momentos del curso en los que se trabajaban distintos contenidos matemáticos. Una vez que los estudiantes estuvieron familiarizados con la resolución de problemas, se hicieron actividades de formulación de problemas. Se presentaron en el aula cuatro situaciones diferentes con distintos objetos con los que los estudiantes debían formular y resolver problemas. Con la diversidad de escenarios se pretendía estimular la formulación de problemas sobre diferentes contenidos matemáticos. Los recursos empleados en cada escenario eran la clave para este propósito.

A lo largo de la actividad, los discentes formularon problemas a través de dibujos y llevaron a cabo su resolución. Para dejar constancia del enunciado del problema, se les pidió que lo verbalizaran. Para dar cuenta tanto de las capacidades que desarrollaron los estudiantes realizando la actividad, como de algunas dificultades, se muestran algunos ejemplos de los problemas formulados agrupados en tres categorías para facilitar su lectura.

Mostramos la descripción de cómo la maestra preparó al alumnado para afrontar la tarea de formular problemas y cómo desarrolló la sesión. Concluimos con una reflexión sobre los elementos clave en los que se apoya la propuesta y cómo pueden ser fuente de inspiración para que otros profesores trabajen en sus aulas a partir de la formulación y resolución de problemas.

## 2. FUNDAMENTACIÓN Y CONTEXTO

La práctica de aula que describimos en este artículo nace en el contexto de un grupo de trabajo para el desarrollo profesional del profesor de matemáticas llamado PIC (de Proyecto de Investigación Colaborativa). En el PIC participan diferentes profesionales de la enseñanza de la matemática: maestros de educación infantil y educación primaria, profesores de secundaria, formadores de maestros y estudiantes de Máster y doctorado. Todos comparten un interés común en el desarrollo profesional del profesor de matemáticas (Pérez, et al., 2017a; Pérez, et al., 2017b).

En un entorno de trabajo colaborativo, los integrantes del PIC desarrollamos proyectos cuyo eje central es la resolución de problemas y en los que se genera una propuesta didáctica que se lleva al aula en clases de primaria o infantil. La puesta en práctica se analiza con el instrumento de análisis que se diseña en el seno del grupo. Los datos habitualmente provienen de las grabaciones de audio y vídeo de la puesta en práctica de la propuesta en el aula, las producciones

escritas de los alumnos, el diario del profesor y las notas de campo de los integrantes del PIC que asisten como observadores.

La práctica que se describe en este artículo versa sobre la formulación de problemas y se llevó a cabo en el proyecto del PIC del curso 2017-18 para una clase de 4 años.

## 2.1 Formulación de problemas

En la educación actual es común encontrar libros de texto que contienen una larga lista de problemas relacionados con contenidos matemáticos que deben ser resueltos por los estudiantes utilizando, habitualmente, las mismas estrategias de resolución (Tichá y Hošpesová, 2013). Sin embargo, se presta poca atención, tanto en los libros de texto como por parte de los maestros, a que los alumnos formulen problemas matemáticos (Cai y Hwang, en prensa).

La formulación de problemas ha sido identificada por diferentes autores como una línea interesante dentro de las matemáticas (Freudenthal, 1973; Polya, 1954). Este contenido envuelve en sí mismo procesos que están íntimamente ligados con las matemáticas tales como explorar, conjeturar, examinar y/o probar (Silver, 1994).

Según Silver (1994) y basado en algunas experiencias realizadas por otros autores (Mansfield y Busse, 1981; Getzels y Jackson, 1962; Krutetskii, 1976 y Ellerton, 1986), el trabajo con la formulación de problemas puede contribuir a desarrollar algunos aspectos relacionados con el pensamiento matemático, como la creatividad, la fluidez, la flexibilidad y la originalidad. Por ende, y dada la relación con estas habilidades, también puede potenciar otro aspecto relacionado con las matemáticas: la resolución de problemas.

Además, a través de la formulación de problemas también es posible evidenciar si los contenidos trabajados en clase han sido afianzados, o no, por los estudiantes. Concretamente, Hart (1981) utilizó en sus investigaciones la formulación de problemas como herramienta para evaluar el aprendizaje de sus alumnos.

Asimismo, y en relación con el párrafo anterior, la formulación de problemas no solo puede ser una herramienta para conocer si los estudiantes han comprendido, o no, un contenido determinado, sino que, también, puede utilizarse para conocer de qué manera han comprendido los contenidos ayudando a hacer visible la naturaleza de la comprensión de los estudiantes acerca de las ideas matemáticas. Además, en algunos estudiantes, se ha evidenciado que utilizan asuntos de su entorno personal para plasmarlos en su formulación. Esto puede resultar interesante tanto para que el docente conozca los intereses de los estudiantes como para que se compartan entre los compañeros.

Por otro lado, también es común encontrarse con alumnos que no se encuentran motivados ante las matemáticas. Ante esta problemática, Silver (1994) expone que, a través de la formulación, los estudiantes pueden adquirir interés hacia las matemáticas. Esto se debe, entre otros aspectos, a la competitividad propia de los discentes haciendo que se sientan atraídos ante la idea de, por ejemplo, proponer un problema que pueda resultar un reto a un compañero.

En cuanto a los tipos de formulación que se pueden encontrar, Silver (1994) destaca dos. En primer lugar, es posible utilizar la formulación al reformular problemas *a partir de un problema dado*. Este tipo de formulación la podemos encontrar, por ejemplo, cuando reformulamos un problema para convertirlo en uno más sencillo. El otro tipo de formulación que puede plantearse

es a partir de situaciones dadas, contextos o experiencias. Este tipo de formulación es la que se aborda en la sesión que presentamos en este trabajo puesto que, para fomentar la formulación de problemas entre sus estudiantes, la maestra diseña situaciones a través de las cuales los estudiantes deben formular, y también resolver, un problema matemático.

## 2.2 Contexto

La Educación Infantil en España consta de dos ciclos no obligatorios. El primer ciclo, de 0 a 3 años y el segundo ciclo de 3 a 6 años. El segundo ciclo se imparte habitualmente en aulas de colegios de Educación Primaria y, normalmente, los maestros tutores permanecen los tres cursos del segundo ciclo con el mismo grupo de alumnos.

La experiencia que describimos se desarrolló al comienzo del curso escolar en un grupo de 4 años (segundo curso del segundo ciclo de Educación Infantil) de un colegio de enseñanza pública de la provincia de Huelva (España). El grupo estaba compuesto por 14 niños y 11 niñas. La maestra que protagoniza la experiencia fue la tutora de este grupo los tres cursos del segundo ciclo de Educación Infantil, por lo que cuando se llevó a cabo la experiencia, ya se habían establecido unos hábitos de trabajo y unos lazos afectivos entre la mayor parte del grupo y la maestra. La clase estaba organizada en tres grupos de trabajo, dos de ellos con 8 alumnos y el tercero con 9 alumnos.

En la clase se encontraban varios alumnos con dificultades para prestar atención durante un tiempo limitado. Aunque no había alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (ACNEAE), 4 alumnos asistían al centro de atención temprana por motivos de logopedia, y otros 3 necesitaban apoyo. Por otro lado, destacaban algunos alumnos y alumnas con más capacidad para asimilar conocimiento nuevo, bien por madurez, actitud o conducta. La buena predisposición para aprender y trabajar del alumnado se veía reforzada por las familias que solían estar implicadas en la educación de sus hijos y colaboraban con la escuela.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA Y SU IMPLEMENTACIÓN

Para trabajar la Formulación de Problemas en Infantil se comenzó resolviendo problemas a diario, aprovechando el contenido matemático que se abordaba en cada momento para ofrecer al alumnado ejemplos de problemas con diferente contenido matemático: aritmética, geometría o medida. Convertir la resolución de problemas en una actividad habitual en el aula de Educación Infantil permitió al discente conocer qué es un problema matemático a nivel estructural: se necesita un contexto que aporta los datos y condiciones, una pregunta que contiene la incógnita y un proceso de resolución matemático que arroje un resultado. De otro modo, el discente podría confundir un verdadero problema matemático con una situación problemática de cualquier índole que para resolverse no requiriera de elementos matemáticos: incógnitas de naturaleza matemática, y estrategias matemáticas para la resolución del problema.

Además, la resolución de un problema cualquiera podría invitar a ampliar o modificar contextos o conseguir una extensión del problema usando estrategias sencillas como preguntas del tipo: ¿y si...? ¿qué pasaría si...? Estas preguntas son una iniciación a la formulación de problemas a partir de modificar uno ya resuelto. Por ejemplo, en un problema de clasificación de objetos con la misma forma y diferentes tamaños (tipo bloques lógicos de Diennes), tras una solución, se podrían incorporar objetos de diferentes colores y preguntar “si se añaden estos

objetos, ¿cómo se reorganizan ahora?” Una posible respuesta podría conllevar una nueva clasificación en cada uno de los conjuntos resultantes de la clasificación anterior, u otra nueva clasificación atendiendo solo al color.

En estas edades, el aprendizaje de los discentes está fuertemente ligado a la manipulación de objetos. Muñoz-Catalán (2019) defiende el carácter mediador de los recursos manipulativos entre los discentes y el conocimiento matemático. De ahí que se emplearan materiales manipulativos para facilitar al discente la Resolución de Problemas, ayudando a su comprensión y a la búsqueda de soluciones.

Después de resolver algunos problemas, se trabajó la estructura de estos identificando sus partes: los datos, las condiciones, la pregunta y la resolución con el resultado, repitiendo expresiones según un patrón asociado a los datos del problema y a su solución: *¿qué teníamos?, ¿cómo lo hemos hecho?, ¿cuál es el resultado?* (Pérez, et al., 2017a). Cuando el alumnado ya había resuelto varios problemas, se modificó este patrón de intervenciones orientando a los alumnos a los elementos que necesitarían para formular un problema: la historia (el enunciado con los datos y las condiciones) y la incógnita. Cuando ahora la maestra enunciaba el problema, sustituía “qué teníamos” por “la historia de este problema es...”, y cuando llegaba a la parte de la incógnita repetía “y la pregunta es ...”, escribiendo un símbolo de interrogación en la pizarra. El efecto de la aplicación de estos patrones se aprecia en los problemas inventados por los discentes cuando repiten *la historia de este problema es .... Y la pregunta es ...*

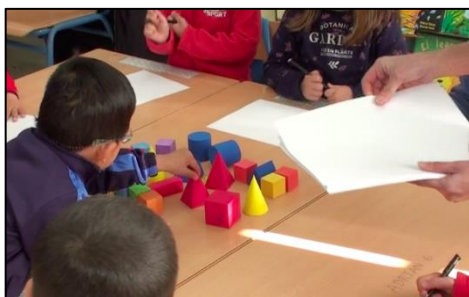
La práctica que describimos se apoya en la formulación y resolución de problemas a partir de unas situaciones u objetos dados (Silver,1994). Para obtener diferentes tipos de problemas, se prepararon 4 situaciones con objetos de distinta naturaleza. Tres de ellas se repartieron una a cada equipo y la cuarta quedó de reserva para ofrecérsela al equipo que primero terminara. De este modo ningún equipo tendría que esperar a que otro finalizara y así, cada uno trabajaría con dos situaciones diferentes. Los objetos elegidos son cercanos a los discentes, bien por ser objetos del aula, bien por su presencia en la vida cotidiana:

- Dos muñecos y 6 caramelos. Se espera que el alumnado dibuje problemas numéricos de reparto, sumas o restas.



**Figura 1** Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: muñecos y caramelos.

- Diferentes cuerpos geométricos de gomaespuma de diferentes colores (pirámides, conos, esferas, cubos y prismas). Se espera que el alumnado invente problemas de clasificación, fijándose en las distintas formas, en las caras de cada cuerpo y en los colores, o problemas de magnitudes, por ejemplo, por las diferentes alturas.



**Figura 2** Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: cuerpos geométricos.

- Cinco pelotas de diferentes tamaños, colores y texturas. La intencionalidad de este material es que el alumnado formule problemas ordenando las pelotas por tamaño, de mayor a menor o viceversa.



**Figura 3** Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: pelotas de diferentes tamaños y colores.

- Juguetes de diferentes medios de transportes (coche, avión, camión) de distintos colores (amarillo, rojo y verde). Se espera que el alumnado formule problemas de clasificación y problemas numéricos de sumas.



**Figura 4** Ejemplo del material empleado en la formulación de problemas: medios de transporte.

Una vez colocados los objetos en el centro de la mesa de cada equipo, se repartió un folio a cada niño para que, de forma individual, formulara a través de un dibujo un problema matemático y lo resolviera. Posteriormente, debía explicar el problema a la maestra, que lo transcribió en el mismo folio.

El recurso del dibujo era algo a lo que estaban acostumbrados los discentes porque era un elemento que la maestra empleaba habitualmente en las situaciones de resolución de problemas (Pérez, et al., 2017a). Dadas las limitadas destrezas de expresión escrita de los discentes a estas edades, el dibujo era un medio adecuado para representar tanto la resolución de un problema

como su formulación. En el siguiente apartado se muestran algunos dibujos que realizaron los discentes para formular problemas.

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

Todas las situaciones que se plantearon indujeron al alumnado, en mayor o menor medida, a formular problemas de diferente naturaleza. En este apartado se exponen algunos ejemplos representativos de las diferentes formulaciones de problemas que se originaron y una valoración de cómo trascurrió la sesión en la que se desarrolló la actividad de formulación de problemas reflexionando sobre los logros alcanzados por el alumnado.

##### 4.1 Problemas formulados

Se presentan algunos ejemplos de los problemas que formularon los discentes a partir de las cuatro situaciones propuestas. Los dibujos que realizaron los discentes representaban siempre la solución del problema que habían pensado. Cuando la maestra les pedía que verbalizaran el enunciado, escribía en la hoja lo que textualmente decía el discente.

Se han elegido ejemplos que representan las tres categorías no disjuntas que se han encontrado en las producciones de los discentes: enunciados completos, enunciados incompletos y enunciados con datos inventados.

##### 4.1.1 Problema formulado con un enunciado completo

Llamamos problema formulado con un enunciado completo a aquel que contiene tanto la historia, es decir, la descripción de una situación en la que se aportan datos necesarios para resolver el problema, como la cuestión que se ha de resolver planteada en forma de pregunta.

Mostramos el ejemplo del único problema que se formuló con la situación de los cuerpos geométricos. Esta situación solo se trabajó en uno de los grupos en el que todos los participantes, salvo una niña, en vez de formular un problema, dedicaron su tiempo en realizar construcciones con las piezas. El enunciado que verbalizó la niña fue: *Tengo dos torres una más baja y otra más alta. ¿Cuántos cuadrados hay que poner para que sean iguales?*



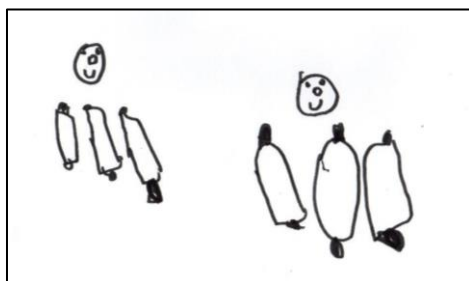
**Figura 5** Formulación de un problema de magnitudes en la situación de cuerpos geométricos.

Como se había previsto, el problema formulado en esta situación versa sobre magnitudes. La niña no verbalizó la solución del problema, pero en el dibujo se aprecian varias torres de diferentes alturas formadas por un número diferente de piezas.

#### 4.1.2 Problema formulado con un enunciado incompleto

Llamamos problema formulado con enunciado incompleto a aquel que, o bien requiere de la intervención de la maestra para que presente una historia y una pregunta, o bien su verbalización solo contiene la pregunta porque la historia está explícita o implícita en el dibujo.

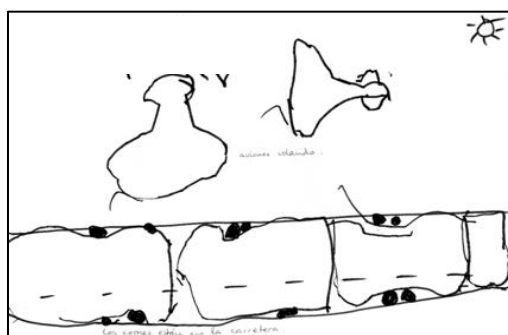
Por ejemplo, con la situación de los seis caramelos y los dos muñecos, una niña comenzó verbalizando la resolución del problema que había pensado, en vez de plantear la situación y la pregunta a la que responde su enunciado: *hay dos niños y se comen tres caramelos cada uno y queda cero*. En el dibujo se aprecia perfectamente cómo mostró el reparto equitativo de los seis caramelos entre los dos muñecos:



**Figura 6** Formulación de un problema de reparto equitativo de los seis caramelos.

Este caso evidencia la dificultad de algunos discentes para hacer explícito el enunciado del problema que formulaban. Para ayudar a que la niña formulara el problema que había resuelto, la maestra le reclamó la historia y la pregunta del problema. Ante esta demanda, la niña fue capaz de enunciar el problema que se había inventado y cuya solución quedó representada en su dibujo: *Hay dos niños y seis caramelos, ¿cuántos caramelos habrá para comérselos?*

En este otro ejemplo, una niña representó la solución de un problema de clasificación en la situación de los medios de transporte. El contenido de la formulación de su problema fue una descripción del resultado de clasificar los vehículos según el medio por el que se desplazan: *aviones volando; los coches están en la carretera*.

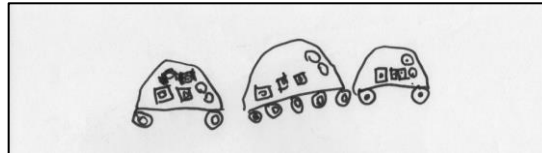


**Figura 7** Formulación de un problema de clasificación en la situación de los vehículos.

Como se había previsto para esta situación, el problema versó sobre clasificación atendiendo a uno de los atributos de los vehículos. Al igual que en el caso anterior, la maestra demandó la historia, pero esta vez la niña no respondió. Posiblemente la niña tuviera dificultades para relacionar la idea de pregunta de un problema con la pregunta pertinente para este caso,

algo del tipo “clasifica estos vehículos según por dónde se desplazan”, tan diferente al tipo de preguntas estándar de los problemas aritméticos “¿cuántos quedan?, ¿cuántos faltan? o ¿cuántos hay?”.

El otro tipo de problema que se había previsto que se podría formular en el escenario de los medios de transporte es el numérico, que ejemplificamos con un problema que se resuelve con conteo:



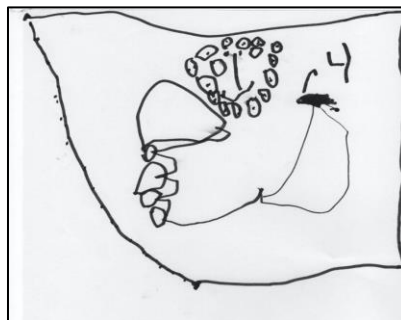
**Figura 8** Ejemplo de formulación de problema

En esta ocasión, la alumna dibujó tres coches sin tener en cuenta el color ni los demás vehículos que estaban sobre la mesa y formuló la pregunta: *¿cuántos hay en total?* Esta alumna no parece que necesitara una verbalización de la historia que estaba implícita en su dibujo, pero sí añadió la solución del ejercicio: *respuesta, tres.*

#### 4.1.3 Problema formulado con un enunciado con datos inventados

Las situaciones planteadas dieron pie a la formulación de algunos problemas en los que los discentes mostraron un gran ingenio inventando datos que se complementaban oportunamente con los que aportan las situaciones. Mostramos dos casos que se generaron en la situación de las cinco pelotas de diferentes tamaños y texturas.

En este ejemplo un alumno formuló un problema de comparación de cantidades añadiendo el dato inventado de catorce pelotas. El enunciado fue el siguiente: *he dibujado catorce pelotas y en la mesa hay cinco. ¿Dónde hay más?* Seguidamente dio la respuesta afirmando “*en el dibujo*”.

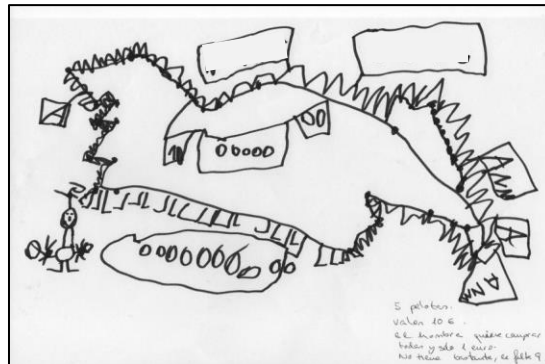


**Figura 9** Formulación de un problema de comparación en la situación de las pelotas con un dato inventado.

Como podemos observar, el dato que inventó el discente es un número notablemente mayor que la cantidad de pelotas, lo que nos lleva a conjeturar que la elección de ese valor “catorce” pudo estar motivada porque facilita la resolución del problema. El niño formuló este problema desde el principio con su historia y su pregunta, sin que fuera necesaria la intervención de la maestra para que se verbalizaran estos elementos.



En el siguiente ejemplo, un discente utilizó la invención de dos datos: el precio de las cinco pelotas y la cantidad de dinero que posee un hipotético comprador: *cinco pelotas valen diez euros; el hombre quiere comprar todas y solo un euro. No tiene bastante, le falta nueve.*



**Figura 10** Formulación de un problema numérico con la situación de las pelotas.

Este es otro caso de un problema formulado al que le faltaba la pregunta que está implícita en la verbalización de la resolución del ejercicio. La afirmación “*no tiene bastante, le falta nueve*” nos induce a pensar en una pregunta del tipo “¿tiene el hombre suficiente dinero para comprar las cinco pelotas?”.

#### **4.2 Evaluación de la actividad de formulación de problemas**

Dada la naturaleza del curso en el que se ha implementado la actividad de formulación de problemas, la evaluación del trabajo desarrollado por los discentes se realizó mediante la observación directa en el aula. Como hemos visto en los ejemplos, hay discentes que mostraron una gran inventiva añadiendo datos nuevos a los que se les proporcionó en las situaciones, formulando problemas que la maestra ni siquiera previó. En este sentido, es destacable el uso que hicieron algunos discentes de cualquier situación para formular problemas numéricos, bien de conteo, de comparación de cantidades o de restas, por ejemplo.

A través de los problemas formulados por el alumnado, se pudieron evaluar diferentes aspectos relacionados con contenidos matemáticos. En primer lugar, y en función de la situación que motivara la formulación del problema, el profesor pudo conocer si el alumnado era capaz de formular diferentes tipos de problemas. Por ejemplo, en el caso de la situación de los muñecos, si era capaz de enunciar un problema de reparto, suma y/o resta; de clasificación en el caso de la situación de los vehículos, etc.

En los ejemplos hemos visto cómo algunos discentes tenían dificultad para explicitar la pregunta o describir las condiciones del problema. Esto está relacionado con otro aspecto evaluable en esta actividad: el aprendizaje sobre qué es un problema (matemático) y qué elementos componen un problema para que se considere un problema matemático, como la naturaleza de las condiciones o de la pregunta. Es destacable el hecho de que, en la actividad de formulación de problemas, la maestra tuviera que mediar en varias ocasiones para que el alumnado completara el problema formulado, mientras que en la fase previa de resolución de problemas no tuvo que intervenir.

Por otra parte, como el alumnado también tenía que resolver el problema, esta actividad permitió comprobar si era capaz de realizar los procesos matemáticos que conllevaban los problemas formulados, como operaciones aritméticas aditivas, establecer relaciones de orden, o realizar clasificaciones.

El modo en que se desarrolló la actividad hizo que el alumnado imitara un patrón que conduce a construir elementos clave en la formulación de un problema matemático. Se puede hablar entonces, de un discente protagonista de su aprendizaje que iba desarrollando, inconscientemente, un esquema mental en torno a los procesos matemáticos asociados a la formulación y resolución de problemas, mediado por la visualización y la manipulación de objetos. A su vez, el profesor protagonizó de pleno el papel de guía en ese aprendizaje, generando el patrón y poniendo al alcance del alumnado las situaciones que daban sentido a los problemas.

La buena disposición del alumnado en el desarrollo de la actividad dio pie a considerar que lograba despertar en él un interés natural y un gusto por hacer matemáticas, algo que no solo es deseable sino imprescindible para desarrollar una buena actitud hacia la matemática. Sintetizando, esta actividad es viable para cumplir objetivos de enseñanza y de aprendizaje en la etapa de Educación Infantil relacionados con las prácticas matemáticas de formulación y resolución de problemas.

## **5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES**

La formulación de problemas es una práctica matemática al alcance del alumnado de Educación Infantil. Para desarrollar la capacidad para formular y resolver problemas matemáticos, es necesario un profesor capaz de diseñar y gestionar actividades que guíen al discente en la construcción de su conocimiento. En este trabajo hemos descrito cómo se ha llevado a cabo una actividad de formulación de problemas en un aula de cuatro años.

El trabajo matemático a través de la formulación de problemas ha servido para que el alumnado movilizara ciertas capacidades como la originalidad (problema y tipo de problema formulado) o flexibilidad (diferentes tipos de problema en función a una misma situación), que favorecen el desarrollo del pensamiento matemático. Asimismo, la formulación de problemas ha servido para que la maestra conozca tanto si los alumnos conocen y aplican conceptos matemáticos, como si han comprendido cuál es la estructura de un problema para poder formularlo. Por otro lado, y en relación con el profesor, el trabajo con la formulación de problemas supone un reto el cual requiere conocer cómo van a interactuar los alumnos con la actividad como, por ejemplo, qué contenidos pueden llegar a dominar en un determinado nivel o qué tipo de problemas pueden llegar a formular los alumnos. Así, también requiere un esfuerzo para diseñar la tarea de formulación debido a que no solo necesita conocer cómo interactúan sus alumnos con la actividad, sino también cómo lograr que la tarea promueva esas capacidades de sus estudiantes.

Consideramos que ha habido dos elementos clave en el diseño de la actividad que la hacen viable y exitosa: el uso de la resolución de problemas como fundamento para introducir la formulación de problemas en alumnado de cuatro años, y la adecuada elección de escenarios que fomentan la creatividad y dan sentido a la formulación de problemas matemáticos.

El trabajo de resolución de problemas, llevado a cabo con antelación a la actividad de formulación de problemas, puso al alcance del alumnado el conocimiento sobre la estructura de un problema matemático. En la clase, se explicitaron los elementos que conforman un problema (datos, condiciones, incógnita, proceso de resolución y resultado) a partir de una retahíla de preguntas que se enunciaban en las distintas fases de la resolución: *¿qué teníamos?, ¿cómo lo hemos hecho?, ¿cuál es el resultado?* Esta retahíla se transformó en *la historia de este problema es .... y la pregunta es ...* para enfatizar los elementos necesarios para formular un problema: el contexto o la situación que aporta los datos y las condiciones del problema, y la incógnita, enunciada habitualmente de forma interrogativa.

El otro elemento clave, la elección de los escenarios con objetos que inducían a formular problemas con diferente contenido matemático, pone el acento en el docente que diseña y gestiona el aula. Hemos visto cómo las producciones de los alumnos asociadas a las diferentes situaciones confirman las expectativas en cuanto al tipo de problemas que iba a generar cada situación. En este artículo no se ha mostrado un recuento del número de problemas formulados en cada situación según el contenido matemático, pero el diario del profesor evidencia que el alumnado tuvo cierta tendencia a elaborar problemas de carácter aritmético, aún en escenarios que favorecían situaciones de clasificación u ordenación. Los escenarios fueron expresamente elegidos para fomentar la formulación de problemas con diferentes contenidos matemáticos.

El profesor es el eje vertebrador de estos elementos que han resultado claves en la puesta en práctica de una actividad de formulación y resolución de problemas. La idea de partir de la resolución de problemas y la elección de los objetos de las situaciones para detonar la formulación de los problemas, son el resultado de la reflexión del profesor acerca de los contenidos matemáticos vinculados a los problemas que esperaba que formularan los discentes y de cómo prepararlos para esta nueva práctica matemática. El diseño de la actividad de formulación de problemas a partir de estos dos elementos puede ser un punto de partida para otros profesores que quieran desarrollar su enseñanza a partir de la formulación y resolución de problemas.

## REFERENCIAS

- Baroody, A. (1994). *El pensamiento matemático de los niños. Un marco evolutivo para maestros de preescolar, ciclo inicial y educación especial*. Visor.
- Bonotto, C. (2013). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 37-55. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9441-7>
- Cai, J., & Hwang, S. (en prensa). Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>
- Ellerton, N. F. (1986). Children's made up mathematics problems: a new perspective on talented mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 261-271. <https://doi.org/10.1007/BF00305073>
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel.
- Getzels, J. W., & Jackson, P.W. (1962). *Creativity and intelligence: exploration with gifted students*. New York: Wiley.
- Hart, K. (1981). *Children's understanding of mathematics: 11-16*. John Murray.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. University of Chicago Press.
- Mansfield, R. S., & Busse, T.V. (1981). *The psychology of creativity and discovery: scientists and their work*. Nelson Hall.
- Pérez, R., Lara, A., Martín, J.P., Molina, N., Díez, A., Jiménez, I., Gálvez, A., Carrillo, J., & Climent, N. (2017a). Aprendiendo a estructurar un problema en educación infantil. *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Libro de Actas* (pp. 69-77). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas. (pp. 121-129). Disponible en [http://www.cibem.org/images/site/LibroActasCIBEM/ComunicacionesLibroActas\\_CB601-700.pdf](http://www.cibem.org/images/site/LibroActasCIBEM/ComunicacionesLibroActas_CB601-700.pdf)
- Pérez, R., Martín, J.P., Molina, N., Lara, A., Gálvez, A., Jiménez, I., Díez, A., Climent, N., & Carrillo, J. (2017b). Oportunidades de aprendizaje en contextos de resolución de problemas en educación infantil. *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Libro de Actas* (pp. 69-77). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas. Disponible en [http://www.cibem.org/images/site/LibroActasCIBEM/ComunicacionesLibroActas\\_CB1101-1200.pdf](http://www.cibem.org/images/site/LibroActasCIBEM/ComunicacionesLibroActas_CB1101-1200.pdf)
- Polya, G. (1954). *Mathematics and plausible reasoning* (2 vols.). Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2ª ed.). Doubleday.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the learning of mathematics*, 14(1), 19-28.
- Singer, F. M., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). Problem-posing research in mathematics education: new questions and directions. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9478-2>
- Tavşanlı, Ö. F., Kozaklı Ülger, T., & Kaldırım, A. (2018). The Effect of Graphic Organizers on the Problem Posing Skills of 3rd Grade Elementary School Students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 377-406. <http://sx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.016>
- Tichá, M., & Hošpesová, A. (2013). Developing teachers' subject didactic competence through problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 133-143. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9455-1>

**PROGRAMAÇÃO TANGÍVEL PARA A INCLUSÃO E PROMOÇÃO DAS STEM –  
CONTRIBUTOS PARA A FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES**

TANGIBLE PROGRAMMING FOR THE INCLUSION OF STEM – PROJECT CONTRIBUTIONS FOR THE  
CONTINUING TRAINING OF TEACHERS

PROGRAMACIÓN TANGIBLE PARA LA INCLUSIÓN Y PROMOCIÓN DE STEM – CONTRIBUCIONES  
PARA LA FORMACIÓN CONTINUA DE PROFESORES

**Cecília Guerra<sup>1</sup>, Filipe Moreira<sup>2</sup>, Maria José Loureiro<sup>1</sup>, Isabel Cabrita<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CIDTFF. Departamento de Educação e Psicologia. Universidade de Aveiro, Portugal

<sup>2</sup>Digital Media and Interaction research centre. Departamento de Comunicação e Arte.  
Universidade de Aveiro, Portugal  
cguerra@ua.pt

**RESUMO** | O pensamento computacional tem sido destacado como uma importante competência do século XXI. A programação tangível constitui-se uma poderosa via para o seu desenvolvimento. Permite uma aprendizagem ativa dos alunos desde o início da escolaridade, pode contribuir para práticas inclusivas e aliar-se a uma abordagem curricular integradora e flexível nas áreas STEM - Science, *Technology, Engineering and Mathematics*. Foram estes os pressupostos do projeto TangIn "Tangible programming & inclusion", cujo principal objetivo foi (co)desenvolver um *kit* didático para apoiar a utilização da programação tangível em contexto escolar. Este artigo foca-se na apresentação do Projeto e na apresentação dos resultados da avaliação dos eventos realizados na Bulgária, Espanha, Letónia e Portugal para disseminação da referida *toolbox*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Programação tangível, Inclusão; Educação STEM, Formação contínua de professores.

**ABSTRACT** | Computational thinking has been highlighted as an important 21<sup>st</sup> century skill. Tangible programming is a powerful tool for its development. It allows students to actively learn from the beginning of schooling, it can contribute to inclusive educational practices, and it can also be combined with an integrative and flexible curricular approach in the fields of STEM - Science, Technology, Engineering and Mathematics. These were the assumptions of the TangIn project "Tangible Programming & inclusion", whose main objective was to (co)develop a didactic kit to support the use of tangible programming in the school context. This paper focuses on the presentation of the TangIn Project and the evaluation results of its multiplier events held in Bulgaria, Spain, Latvia and Portugal to disseminate the toolbox.

**KEYWORDS:** Tangible programming, Inclusion, STEM Education, Continuing professional development of teachers.

**RESUMEN** | El pensamiento computacional se ha destacado como una competencia importante del siglo XXI. La programación tangible es una poderosa vía para su desarrollo. Permite a los estudiantes aprender activamente desde el principio de la escolarización, puede contribuir a las prácticas inclusivas y puede combinarse con un enfoque curricular integrador y flexible en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). Estos fueron los supuestos del proyecto TangIn "Programación Tangible & inclusión", cuyo principal objetivo era (co)desarrollar un *kit* didáctico para apoyar el uso de la programación tangible en el contexto escolar. Este artículo se centra en la presentación del proyecto TangIn y en la evaluación de los eventos celebrados en Bulgaria, España, Letonia y Portugal para difundir la caja de herramientas.

**PALABRAS CLAVE:** Programación tangible, Inclusión, Educación STEM, Formación continua de los docentes.

## 1. INTRODUÇÃO

Num mundo cada vez mais globalizado, designadamente, em termos científicos e tecnológicos, é vital desenvolver nos alunos competências essenciais para enfrentar e instigar novos desafios à sociedade atual (C. Coutinho & Lisboa, 2011). A formação de cidadãos nas áreas Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), ou Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM), torna-se, portanto, fundamental para que possam contribuir para o desenvolvimento tecnológico, mas de forma sustentável, com vista ao bem comum, como é enfatizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), nomeadamente na Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável e nos objetivos “para transformar o nosso mundo”<sup>1</sup> (UN, 2015).

Apesar de existir hoje um número crescente de mulheres a exercer profissões nas mais diversas áreas STEM, há ainda um longo caminho a percorrer ao nível da educação e formação de crianças e jovens para a promoção da igualdade de género nestas áreas profissionais (Loureiro et al., 2018). Além disso, vivemos uma época marcada por problemáticas sociais, em particular as migrações de populações (algumas delas forçadas devido a diversos problemas sociais, culturais e/ou económicos), sendo urgente potenciar o desenvolvimento de mais e melhores diálogos inter e multiculturais, com vista à promoção da integração e da inclusão de todos os cidadãos como decisores ativos e críticos nas sociedades democráticas (UNESCO, 2017).

Por outro lado, o domínio de tecnologias é crucial para o desenvolvimento de literacias fundamentais para um advir em que as crianças estejam preparadas para os desafios constantes da evolução científica e tecnológica. O desenvolvimento de competências digitais faz parte das competências essenciais do século XXI, devendo ser considerado como um objetivo educativo universal (Kloos et al., 2018), sobretudo desde os primeiros anos de escolaridade.

Neste quadro complexo e em permanente transformação, alguns autores têm evidenciado que as tecnologias podem ser um contributo para a promoção da inclusão e aproximação dos alunos às áreas STEM (Kennedy & Odell, 2014). As tecnologias associadas à programação, quer seja gráfica quer seja tangível, em particular, ainda desempenham um papel determinante no desenvolvimento do pensamento computacional.

Entende-se por programação tangível o uso de objetos físicos para programar robôs e outros dispositivos tecnológicos (Loureiro et al., 2018; Sapounidis & Demetriadis, 2011, 2012; Sapounidis et al., 2019), por oposição à programação digital realizada essencialmente através de código e em computador. A programação tangível é, por conseguinte, uma linguagem semelhante à verbal ou visual que, em vez de utilizar texto ou imagens num ecrã de computador, utiliza os objetos físicos destinados a programar os diferentes elementos programáticos, comandos e os fluxos das estruturas de controlo (Sapounidis & Demetriadis, 2012).

Sendo assim, vários autores (Loureiro et al., 2018; Sapounidis & Demetriadis, 2012; Sapounidis et al., 2019) destacam a preferência das crianças pela aprendizagem através da programação tangível, em detrimento da programação gráfica.

Mas há um forte entrave à sua utilização em contexto educativo - a falta de preparação dos professores, que não só de ciências (Guerra et al., 2018), para o uso generalizado de tecnologias. No contexto nacional e Europeu, se se excetuarem *boas-práticas* pontuais e países nórdicos nos quais estas práticas educativas são mais usuais, a realidade descrita acima é, ainda,

---

<sup>1</sup> <https://unric.org/pt/17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-entram-em-vigor-a-1-de-janeiro/>

a mais frequente nas instituições educativas. Há ainda a equacionar a falta de recursos educativos de qualidade para atingir este objetivo (Kennedy & Odell, 2014).

Assim, é crucial associar a formação, continuada, de professores à investigação e desenvolvimento (I&D) de recursos de programação tangível para promover a inclusão de todas as crianças e jovens na aprendizagem ativa nas diversas áreas STEM (Freeman et al., 2014).

Nesta perspetiva, surgiu o projeto *TangIn - Tangible Programming and Inclusion* (Loureiro, Guerra, Cabrita, Moreira, Goançalves & Queiroz, 2020), com o propósito principal de desenvolver uma *toolbox* (conjunto de guiões e recursos para o professor e respetivos alunos), que integra conceitos e ferramentas de programação tangível, recorrendo a uma abordagem curricular STEM, para potenciar a inclusão e motivação para a aprendizagem de alunos dos 1º e/ou 2º Ciclos do Ensino Básico. Este projeto será descrito mais em pormenor na secção seguinte deste artigo.

Numa primeira fase, aplicou-se um questionário cuja análise das respostas permitiu corroborar que os docentes assumiam que tinham pouco conhecimento sobre aspetos relacionados com programação, robótica e estratégias que permitissem um uso adequado de tecnologias, nomeadamente tecnologias de programação tangível, na abordagem às áreas STEM. Tal conclusão veio reforçar a necessidade de se desenvolver um plano replicador de formação (Loureiro et al., 2020) e uma estratégia de disseminação que permitisse o envolvimento de outros docentes, empresários e decisores políticos dos diferentes países envolvidos no consórcio do projeto (Portugal, Bulgária, Letónia e Espanha) que não estiveram envolvidos no projeto.

De acordo com esta premissa, realizaram-se quatro eventos multiplicadores (um em cada país envolvido) que visavam fornecer aos participantes ferramentas que lhes permitissem compreender a importância da articulação entre áreas curriculares distintas, da introdução à programação e da promoção da inclusão para a formação de crianças competentes para enfrentar o século XXI.

Neste artigo, pretende-se apresentar o projeto TangIn - objetivos, equipa, metodologia - e os resultados da avaliação dos referidos eventos multiplicadores. Note-se que se trata, essencialmente, de um projeto de (co)desenvolvimento – envolvendo ciclos de conceção, criação, implementação, avaliação e refinamento dos kits didáticos – e de formação para uma exploração mais cabal dos referidos kits.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO**

### **2.1 Programação tangível, inclusão e STEM**

Há diferentes definições para “pensamento computacional” e lógica de programação, mas algumas das imagens que lhes estão mais facilmente associadas são a de “cumprir um labirinto” e “solucionar um puzzle”, já que envolvem, designadamente, o reconhecimento de padrões e a resolução de problemas, usando, por exemplo, a estratégia da sua desconstrução em partes mais pequenas e simples, de forma lógica e sequencial (tabela 1).

A programação tangível consiste em utilizar objetos físicos e aplicar a lógica da programação numa atividade que é atrativa e acessível às crianças mais novas, de modo mais direto e menos abstrato. Esta preparação para o reconhecimento de padrões, a abstração e a orientação especial são competências importantes que podem ser usadas na

programação/código e na resolução de problemas, em qualquer área disciplinar e nível de escolaridade.

**Tabela 1 – Princípios e categorias do pensamento digital** (ver Loureiro et al., 2020)

<b>Princípios e Categorias do Pensamento Digital</b>	
	<b>Definição</b>
<b>Abstração</b>	Processo de representar/converter um tema/objeto (tangível ou não) numa forma mais compreensível, eliminando detalhes desnecessários. Priorização e escolha dos descritores mais relevantes, indexando de acordo com o grau de informação (que componentes são suficientes para descrever o problema e quais os mais relevantes).
<b>Decomposição</b>	Separando coerentemente os componentes de um tema/objeto e continuar a desconstruí-los em unidades/axiomas mais simples até que possam ser compreendidas, solucionados e avaliados separadamente, mas sem que percam informação crucial relativamente ao objeto/tema original.
<b>Sequenciação</b>	Organização das diferentes partes de um problema tendo em vista a criação de metodologia para uma solução.
<b>Automação</b>	O reconhecimento de padrões permite encontrar atalhos e criar tarefas repetitivas e ciclos de modo a poupar esforço e tempo e melhorar o fluxo de informação.
<b>Verificação</b>	Abordagem sistemática para prever e verificar resultados.
<b>Generalização</b>	Estratégia de exploração e extrapolação de soluções prévias para problemas similares pela pesquisa de ligações e similitudes.

Devido à interatividade e natureza física, a programação tangível presta-se a trabalho de grupo criando-se, assim, um ambiente propício à interação entre pares, independentemente da sua origem, sexo e condição sócio-económico-social. Promove-se, portanto, a inclusão que, de acordo com a definição da UNESCO, é consubstanciada pela integração da diversidade de todos os alunos (Ainscow & Miles, 2008; UNESCO, 2005, 2017). O trabalho de equipa e a discussão em grupo ocorrem naturalmente, contribuindo para o desenvolvimento de competências comunicativas, o esbatimento de diferenças e a superação de constrangimentos devido, nomeadamente, à eventual timidez. Ao contrário das interfaces clássicas de computador, vários alunos podem controlar o input, fruto da negociação entre pares e comportamentos colaborativos (Bers et al., 2013; Horn & Bers, 2019; Morrison et al., 2020; Sapounidis & Demetriadis, 2012; Sapounidis et al., 2019). Esta maior exposição do aluno aumenta a motivação para aprender, independentemente das características cognitivas e sócio afetivas das crianças (Horn & Bers, 2019; Zuckerman et al., 2005).



Em suma, a programação tangível oferece várias vantagens quando comparada com a programação gráfica, tais como: facilita o trabalho colaborativo *peer-to-peer* (McNerney, 2000; Strawhacker & Bers, 2015); facilita processos de depuração (McNerney, 2000), isto é, procedimentos que consistem na busca, detecção e correção de erros; ajuda a estreitar diferenças de gênero em relação ao interesse pela computação (McNerney, 2000) e promove o envolvimento físico e a aprendizagem pelo aumento dos sentidos utilizados (tato, visão, audição) (Falcão & Gomes, 2007; Zuckerman et al., 2005). Relativamente à não discriminação por gênero promovidas pela programação tangível, valerá a pena ler Tabel, Jensen, Dybdal, & Bjørn (2017). Realce-se que o tato é de suprema importância na descoberta do mundo e na apropriação da realidade, favorecendo, em particular, crianças com deficiências visuais (Morrison, et al., 2020).

Neste contexto, algumas “Metas de Desenvolvimento Sustentável” das Nações Unidas (fig. 1) estão intimamente relacionadas com as dinâmicas da programação tangível que sugerimos no âmbito do projeto TangIn.



**Figura 1** Metas de desenvolvimento sustentável que são mais aplicáveis no projeto Tangin

Os robôs de programação tangível funcionam através de botões de direção e/ou blocos com a mesma função. Depois de delineado o percurso que o robô tem de fazer, este é ligado através de um botão “on/off” (Figura 2). Esta forma de programar, tão elementar e, ao mesmo tempo, tão eficiente, constitui um dos modos de programação mais simples mas eficaz, potenciando o desenvolvimento de competências essenciais de alunos/aprendentes, independentemente dos perfis/estilos de aprendizagem (Papert, 1980).



**Figura 2** Crianças a programar com o robô Mi-Go (<https://migobot.com/>)

De acordo com diversos autores (McNerney, 2000; Nusen & Sipitakiat, 2011; Sapounidis & Demetriadis, 2011), alguns estudos têm mostrado evidências dos efeitos do uso de ferramentas de programação tangível no desenvolvimento cognitivo das crianças (ex. linguagem e memória visual e outros). A programação de robôs convoca, ainda, conceitos matemáticos, o método científico de investigação e a resolução de problemas (Rogers & Portsmore, 2004), que concorrem para a consecução do perfil do aluno no final da escolaridade. A orientação espacial e o pensamento crítico são outras capacidades mobilizadas e que, posteriormente são aplicadas em quaisquer situações, tanto do cotidiano (ex. ligar um eletrodoméstico), como de maior complexidade cognitiva (ex. desenvolver uma *app* para determinado fim).

Outros estudos mostraram que a introdução das áreas STEM nos primeiros anos de escolaridade pode ajudar a evitar estereótipos relacionados com as questões de gênero (Maarkert, 1996; Sapounidis et al., 2019). Com efeito, a programação tangível contribui para o envolvimento de todas as crianças na realização de tarefas, ajudando a estreitar as diferenças entre meninos e meninas, aumentando o interesse das meninas pela área da computação (Tabel, Jensen, Dybdal, & Bjørn, 2017). Contraria-se, deste modo, o estereótipo e o estigma social que comumente associa o sexo masculino às áreas STEM e à programação (McNerney, 2000; Sapounidis et al., 2019; Zuckerman et al., 2005).

No que se refere a crianças com necessidades educativas especiais (NEE), experiências envolvendo a utilização educativa de robôs em atividades de programação concluem do impacto positivo na motivação para a aprendizagem em crianças com distúrbios no espectro do autismo (Farr et al., 2010).

Uma outra realidade importante refere-se à inclusão de todos os alunos, independentemente de credos e etnias, concluindo-se que as atividades colaborativas que a programação tangível propicia promovem relações mais estreitas entre todos, podendo falar-se, com propriedade, em trabalho de grupo, mais ou menos dilatado (Melcer & Isbister, 2018; Zuckerman et al., 2005).

Para se proporcionar uma aprendizagem de qualidade e equitativa é determinante a motivação e formação adequadas dos professores para integrarem as tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, em particular a programação tangível, desde tenra idade (Bers & Horn, n.d.; Sapounidis et al., 2019; Zuckerman et al., 2005).

Neste contexto, é nosso entendimento que urge continuar a investir na educação e formação para a integração da programação tangível no ensino básico. Para isso, é crucial

desenvolver recursos educativos de qualidade que instiguem à programação tangível enquanto mediadora da inclusão e da necessária fusão das áreas STEM. Por outro lado, importa também continuar a investir na investigação nesta área específica, para haver um maior entendimento das vantagens e constrangimentos à sua implementação quer em contexto formais quer não formais de aprendizagem.

## 2.2 Projeto TangIn

Uma equipa multidisciplinar internacional, com participantes da Bulgária, Espanha, Letónia e Portugal, desenvolveu (concebeu, criou, implementou, avaliou e reformulou) a *toolbox* TangIn<sup>2</sup>, a qual contém materiais didáticos de apoio à atividade de professores e respetivos alunos. Integra conceitos e ferramentas de programação tangível, enquanto suporte de uma abordagem curricular STEM. Pretende-se potenciar a inclusão e motivação para a aprendizagem de alunos dos 1.º e/ou 2.º Ciclos do Ensino Básico e, para tal, foram desenhadas diversas tarefas cuja resolução apela à utilização de robôs – em particular o robô Mi-GO<sup>3</sup> -, de uma forma cativante, divertida, lúdica e colaborativa.

Foi, também, desenvolvido um programa de formação contínua de professores do ensino básico<sup>4</sup>, envolvendo profissionais dos países pertencentes ao consórcio do projeto TangIn, com o propósito de promover competências profissionais no âmbito da abordagem curricular STEM, da inclusão e da programação tangível (Loureiro et al., 2020).

Tais formandos tornaram-se ‘formadores/embaixadores’ da *toolbox* TangIn nos seus países e, posteriormente, promoveram eventos multiplicadores desta formação (com as necessárias adaptações) nos países respetivos, essencialmente, para divulgar os produtos do projeto (ex. *toolbox*) junto de professores, investigadores, empresários e decisores políticos.

Procurou-se, assim, contribuir para a sustentabilidade do projeto (Guerra, Costa, 2016), em particular no que se refere ao uso, revisitação, adaptação e/ou recriação de recursos educativos desenvolvidos no TangIn, não apenas por profissionais com interesse nesta área mas, sobretudo, por profissionais que se espera conquistar e motivar para a programação tangível. Este foi, aliás, um dos requisitos do programa de financiamento da agência Erasmus<sup>+</sup>.

## 3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA: EVENTOS MULTIPLICADORES

### 3.1 Implementação

Os eventos multiplicadores, *multiplier events* (ME), foram promovidos pelos parceiros *Know and Can*, na Bulgária; Escola Valmieras, na Letónia; Colégio Santa Elena, em Villarejo Salvanés, em Espanha, e Agrupamento de Escolas da Murtosa, em Portugal. Cada parceiro organizou um ME e convidou entidades como, por exemplo, professores, diretores de escolas, diretores de centros de formação, formadores de professores, membros dos municípios, responsáveis pelos departamentos educativos a participar.

---

<sup>2</sup> Ver [http://www.tangin.eu/wp-content/uploads/2019/11/EN\\_Tangin-Teachers-handbook.pdf](http://www.tangin.eu/wp-content/uploads/2019/11/EN_Tangin-Teachers-handbook.pdf) e <http://www.tangin.eu/lesson-plans-toolbox/>

<sup>3</sup> <https://migobot.com/>

<sup>4</sup> Ver [http://www.tangin.eu/wp-content/uploads/2019/11/EN\\_TangIn\\_TEACHERS-TRAINING-HANDBOOK.pdf](http://www.tangin.eu/wp-content/uploads/2019/11/EN_TangIn_TEACHERS-TRAINING-HANDBOOK.pdf)

É importante salientar que, em cada país, uma média de 30 a 40 participantes frequentou os ME, os quais consistiram num *workshop* (3 horas) dividido em duas partes: contextualização teórica e uma atividade prática com o robô Mi-Go e recursos e materiais da Toolbox.

Os objetivos que regeram os ME foram sensibilizar os participantes para as vantagens da programação tangível, recorrendo às áreas STEM, para a inclusão de alunos e para utilizar a Toolbox, numa lógica avaliativa do robô Mi-Go, dos recursos e dos materiais disponíveis.

Assim, após a abordagem teórica, realizou-se a componente prática para demonstrar/explorar/avaliar planos de aula desenvolvidos e disponibilizados no manual Tangin (com explicações suplementares sobre questões técnicas, didáticas e metodológicas de como podem ser usados em contexto educativo).

Os participantes foram, ainda, informados da possibilidade de adaptar e modificar os planos de aulas e atividades apresentadas para uma melhor adequação aos currícula e contextos nacionais.

### 3.2 Avaliação

O estudo desenvolvido, de índole qualitativa, recorreu ao plano de avaliação para a descrição e interpretação dos resultados obtidos através das técnicas de observação (pelos formadores-investigadores) e inquirição (Coutinho, 2014).

Relativamente ao questionário<sup>5</sup> aplicado para identificar as potencialidades, constrangimentos e sugestões de melhoria da *Toolbox* Tangin, foco deste artigo, recolheu-se um total de 82 respostas, tal como registado na Tabela 1.

**Tabela 2**– Número de respondentes ao questionário em cada país

País	Nº de respostas ao questionário
Espanha	21
Portugal	19
Bulgária	19
Letónia	23
<b>Total</b>	<b>82</b>

Foram recolhidas as opiniões dos participantes no que se refere a:

- i) relevância e inovação do ME;
- ii) relevância dos tópicos relacionados com programação tangível e pensamento computacional em termos profissionais;
- iii) qualidade dos formadores e dos recursos e materiais disponíveis na *Toolbox*; e, ainda,
- iv) apreciação global do evento.

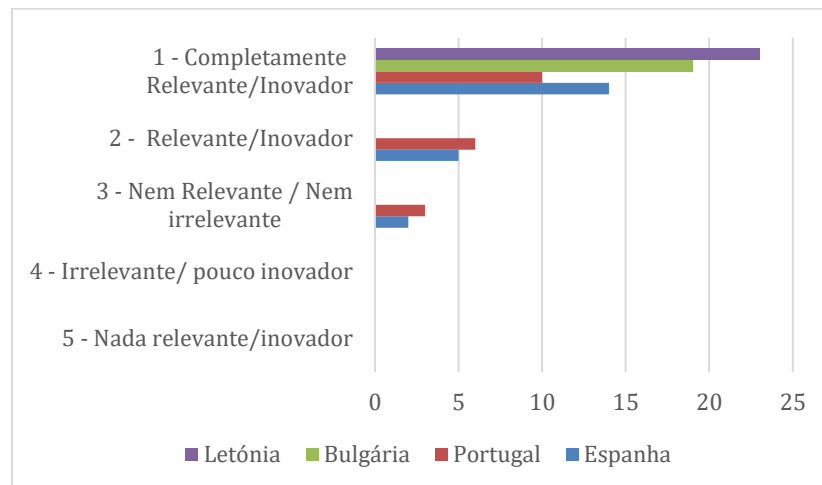
Os principais resultados são apresentados na secção seguinte.

<sup>5</sup> [https://docs.google.com/forms/d/1CijSZ-MYDyHd1UqCVP4TH99II2xNk9nZM9aTa6AZUZg/viewform?edit\\_requested=true](https://docs.google.com/forms/d/1CijSZ-MYDyHd1UqCVP4TH99II2xNk9nZM9aTa6AZUZg/viewform?edit_requested=true)

## 4. RESULTADOS: Eventos Multiplicadores

### 4.1 Relevância e inovação do ME

Quanto à relevância e inovação dos MEs, pode afirmar-se que todos os participantes letões (n=23) ficaram bastante satisfeitos com o evento, assim como os búlgaros (n=19) (gráfico 1).

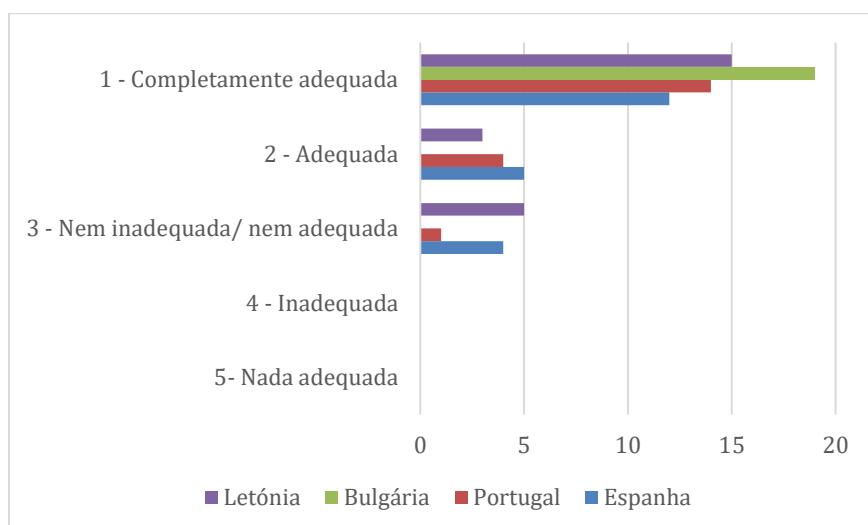


**Gráfico 1 – Relevância e inovação do ME**

A maioria dos portugueses (n=10) e espanhóis (n=14) também afirmaram que foi um evento “Muito relevante/inovador”. Apenas alguns participantes portugueses (n=6) e espanhóis (n=5) escolheram “Relevante/inovador”. Embora com menor expressão, “Nem relevante/Nem irrelevante” também foi selecionado por participantes portugueses (n=3) e espanhóis (n=2).

### 4.2 Relevância dos tópicos abordados em termos profissionais

Considerando a relevância, para os participantes, dos tópicos de programação tangível e pensamento computacional em termos profissionais, todos os participantes búlgaros consideraram a sessão bastante adequada (gráfico 2). A maioria dos participantes espanhóis, portugueses e letões concordaram com a alta relevância dos tópicos abordados, havendo apenas alguns participantes (letões n=3, portugueses n=4, espanhóis n=5) que foram mais moderados na apreciação que fizeram, uma vez que a consideraram “adequada” em vez de “completamente adequada”.

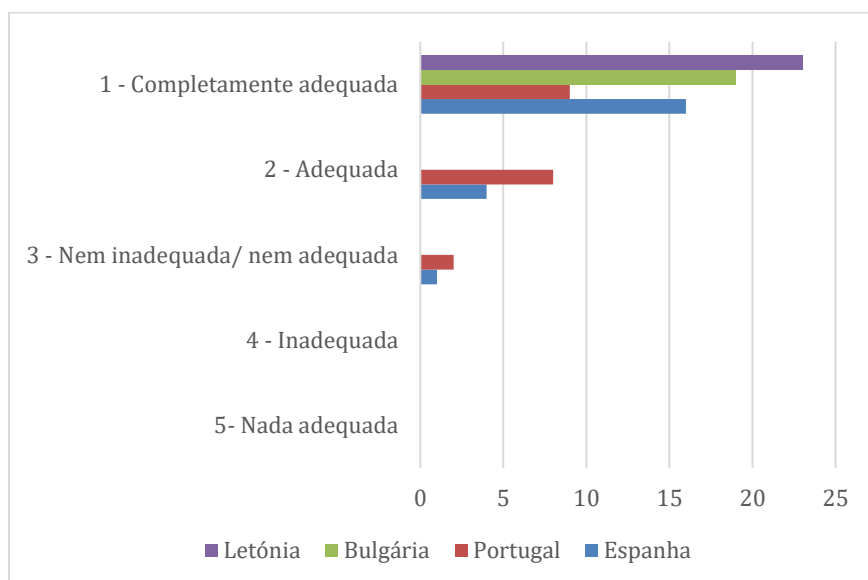


**Gráfico 2** – Relevância dos tópicos de programação tangível e pensamento computacional em termos profissionais

Apenas um participante português (n=1), quatro espanhóis (n=4) e cinco letões (n=5) consideraram que os tópicos não foram "nem adequados/nem inadequados" em termos profissionais. Portanto, independentemente da relevância e carácter inovador do ME, há professores que têm dúvidas sobre a adequação dos materiais ao contexto educativo. Por outras palavras, não têm a certeza de que os currículos permitam integrar tais conteúdos e formas de os abordar e/ou o consigam fazer.

#### 4.3 Qualidade da dinamização e dos materiais disponíveis

Em termos da qualidade da dinamização dos formadores e dos materiais disponibilizados na Toolbox, os Letões (n=23) e os Búlgaros (n=19) avaliaram-na como "completamente adequada" (gráfico 3).

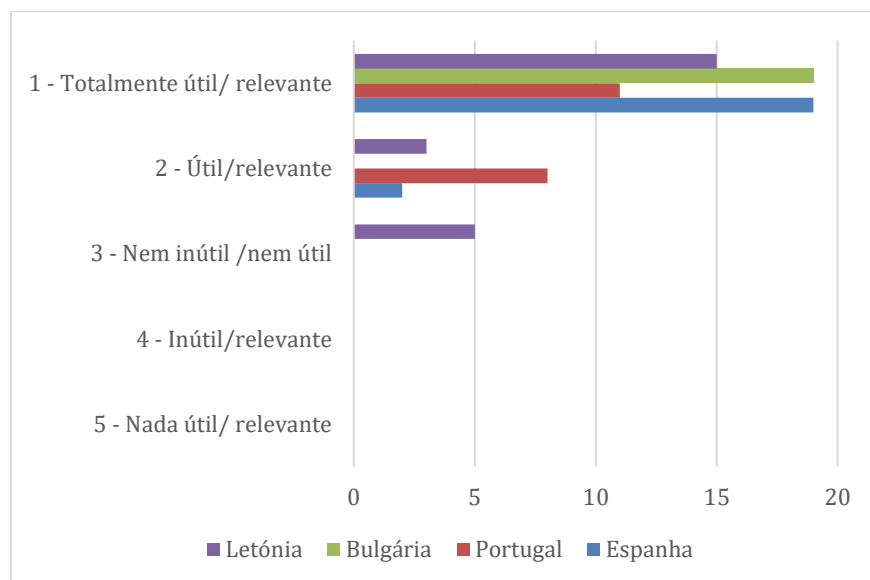


**Gráfico 3** – Qualidade da dinamização e dos recursos disponíveis

No que diz respeito aos participantes portugueses e espanhóis, o nível de concordância diminuiu ligeiramente. Com efeito, dezasseis participantes espanhóis (n=16) e nove portugueses (n=9) consideraram a apresentação e os materiais "completamente adequados". Oito portugueses (n=8) e quatro espanhóis (n=4) consideraram-na "adequada" (sem qualquer superlativo) e um espanhol (n=1) e dois portugueses (n=2) consideraram a qualidade das apresentações e dos materiais disponíveis "nem adequada/ nem inadequada".

#### 4.4 Apreciação global do evento

Quanto à apreciação global do evento (gráfico 4), todos os participantes búlgaros (n=19) concordaram totalmente com a sua elevada relevância e utilidade do ME para a sua formação profissional. Contudo, os respondentes portugueses, espanhóis e letões não se mostraram tão entusiasmados. Por exemplo, dois espanhóis (n=2), três letões (n=3) e oito portugueses (n=8) concordaram que o evento foi útil e relevante. Além disso, cinco letões (n=5) inquiridos consideraram que o evento não foi "nem útil nem inútil". Estes respondentes foram, sem dúvida, muito comedidos nas suas apreciações. Pode dar-se o 'caso' de estes participantes letões não terem tido, nem terem normalmente, acesso a este tipo de tecnologia, levando-os a considerar a utilidade da formação com algum, ainda que moderado, ceticismo.



**Gráfico 4 – Apreciação global do evento**

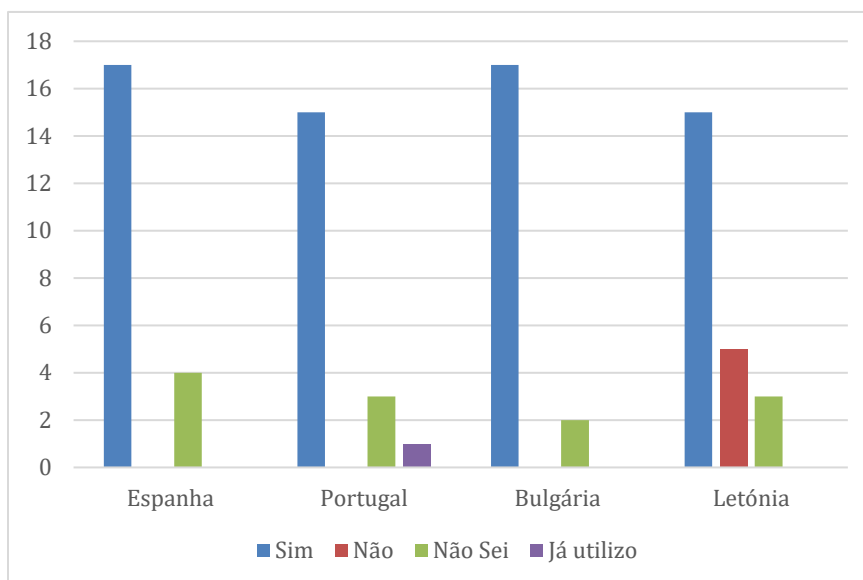
Embora o número de participantes no estudo não permita qualquer tipo de generalização, estes resultados permitem inferir que as realidades educativas e formativas em alguns países europeus estão ainda aquém das práticas com recurso à programação tangível como acontece em países do sul da Europa, nomeadamente nos contextos portugueses e espanhol.

A observação direta realizada pelos formadores-investigadores dos ME bem como conversas informais havidas durante o curso de formação efetivado no âmbito do projeto TangIn permitem afirmar que as realidades da Letónia e Bulgária, nomeadamente nas escolas de que eram provenientes os professores, diferem em termos de *curricula* e recursos educativos disponíveis.

#### 4.5 Utilização de conceitos e ferramentas tangíveis de programação e pensamento computacional nas aulas

A esmagadora maioria dos participantes nos ME consideraram importante utilizar conceitos de pensamento computacional e ferramentas de programação tangível nas suas práticas letivas (gráfico 5). Quando questionados se previam integrar estes conceitos, ferramentas e práticas nas suas aulas, um participante português afirmou que já o fazia e cinco participantes letões afirmaram não considerar essa possibilidade.

Os restantes participantes consideraram, na sua maioria, utilizar conceitos de pensamento computacional e ferramentas de programação tangível em contexto de sala de aula, mas houve também alguns participantes que mostraram algumas reticências e insegurança em relação a estas práticas: quatro espanhóis (n=4); três portugueses (n=3); três letões (n=3) e dois búlgaros (n=2).



**Gráfico 5** – Uso de conceitos e ferramentas de programação tangível e pensamento computacional nas aulas

Estes resultados revelam a necessidade premente de investir na formação prática e reflexiva de professores em cursos de média e/ou de longa duração (Loureiro et al., 2020), tanto inicial como contínua. Os ME são muito importantes para dar a conhecer o projeto a profissionais com especial interesse na temática. Mas estes resultados parecem apontar no sentido de que podem não ser suficientes para sensibilizar e impactar profissionais completamente desconhecedores e inexperientes em relação à integração educativa da programação tangível no ensino básico. Na nossa perspetiva, os resultados menos entusiastas deste número restrito de respondentes não se podem justificar de outra forma.



## 5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os ME foram genericamente muito bem avaliados pelos respondentes do questionário. Um aspeto importante a destacar é que muitos dos participantes não tinham qualquer experiência na utilização de tecnologias de programação tangível mas todos tiveram a oportunidade de utilizar os robôs Mi-Go, explorar alguns dos materiais e planos de aula integrados na *Toolbox* e analisá-los criticamente, tendo sido reunidas as condições para promover a confiança dos circunstantes para vir a utilizá-las em práticas letivas no futuro.

Os formadores foram embaixadores da *Toolbox* nas suas próprias escolas (instituições parceiras do projeto internacional supramencionado) sendo, deste modo, formadores de outros professores para que viessem a proporcionar aprendizagens relativas a conceitos e ferramentas de programação tangível a alunos dos 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico.

Podemos afirmar, igualmente, que os ME constituíram, globalmente, uma vantagem acrescida do projeto, uma vez que a filosofia subjacente ao projeto e os recursos resultantes do desenvolvimento do mesmo foram divulgados por e para profissionais da educação e líderes educativos. Sem os ME, não haveria essa possibilidade. Assim, a finalidade última dos ME foi atingida, dado que foi possível disseminar o projeto e o trabalho desenvolvido no seu seio numa abordagem focalizada e aprofundada.

No presente ano, está em curso um follow-up do projeto TangIn em diversas escolas do 1.º ciclo do ensino básico da região centro e norte litoral de Portugal. Este “follow-up” tem como propósitos específicos a formação de mais professores deste ciclo de ensino que promova o desenvolvimento do pensamento computacional, através da programação tangível no âmbito das STE(A)M, e de competências curriculares e didáticas para sua uma adequada exploração em contexto formal de aprendizagem. E espera-se poder analisar as repercussões de tal metodologia no desenvolvimento de competências específicas e transversais nos alunos.

## AGRADECIMENTOS

Este projeto foi desenvolvido com o apoio financeiro da Comissão Europeia através de Erasmus+ (Projeto N.º.: 2017-1-PT01-KA201-035975). Esta publicação reflete as visões dos autores, assim a Comissão Europeia não pode ser responsabilizada pelo uso da informação aqui contida.

## REFERÊNCIAS

- Ainscow, M., & Miles, S. (2008). Making education for all inclusive: Where next? *Prospects*, 38(1), 15-34. <https://doi.org/10.1007/s11125-008-9055-0>
- Bers, M. U., & Horn, M. S. (n.d.). *Running head: Tangible Programming in Early Childhood: Revisiting Developmental Assumptions through New Technologies*. Medford: Tufts University.
- Bers, M. U., Seddighin, S., & Sullivan, A. (2013). Ready for Robotics: Bringing Together the T and E of STEM in Early Childhood Teacher Education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3), 355–377.
- Coutinho, C., & Lisboa, E. (2011). Sociedade da Informação, do Conhecimento e da Aprendizagem: Desafios para Educação no Século XXI. *Revista de Educação*, 28(1), 5-22.
- Coutinho, C. P. (2014). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2nd ed.). Coimbra: Edições Almedina.
- Falcão, T. P., & Gomes, A. S. (2007). Interfaces Tangíveis para a Educação. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE*, 1(1), 579–589. <https://doi.org/10.5753/CBIE.SBIE.2007.579-589>
- Farr, W., Yuill, N., & Raffle, H. (2010). Social benefits of a tangible user interface for children with Autistic Spectrum Conditions. *Publmed*, 14(3):237-52. <https://doi.org/10.1177/1362361310363280>
- Freeman, B., S. Marginson, and R. Tytler, eds. 2015. *The Age of STEM: Educational Policy and Practice Across the World in Science, Technology, Engineering and Mathematics*. London: Routledge
- Guerra, C., Moreira, A., & Vieira, R. M. (2018). A Design Framework for Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge Development. *ISQR2017 – International Symposium on Qualitative Research*, 5, 193–203. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-61121-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61121-1_17)
- Horn, M., & Bers, M. (2019). Tangible Computing. In S. Fincher & A. Robins (Eds.), *The Cambridge Handbook of Computing Education Research* (pp. 663-678). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108654555.023>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, 25 (3) 246-258.
- Kloos, C. D., Munoz-Merino, P. J., Alario-Hoyos, C., Estevez-Ayres, I., Ibanez, M. B., & Crespo-Garcia, R. M. (2018). The hybridization factor of technology in education. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Tenerife, 1883–1889. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363465>
- Loureiro, M. J., Guerra, C., Cabrita, I., Moreira, F. T., Gonçalves, D., & Queiroz, J. (2020). *Teachers' training handbook - tangible programming and inclusion in educational context*. Aveiro: UA Editora.
- Loureiro, M. J., Moreira, F. T., & Senos, S. (2018). Introduction to Computational Thinking With MI-GO: A Friendly Robot. In Lídia Oliveira & Ana Luísa Rego Melro (Eds.), *Open and Social Learning in Impact Communities and Smart Territories* (pp. 110–137). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5867-5.ch006>
- Maarkert, L. R. (1996). Gender Related to Success in Science and Technology. *The Journal of Technology Studies* 22 (2) 21-29. <https://doi.org/10.21061/jots.v22i2.a.4>
- McNerney, T. S. (2000). *Tangible Programming Bricks: An approach to making programming accessible to everyone*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology
- Morrison, C., Villar, N., Thieme, A., Ashktorab, Z., Taysom, E., Salandin, O., Cletheroe, D., Saul, G., Blackwell, A. F., Edge, D., Grayson, M., & Zhang, H. (2020). Torino: A Tangible Programming Language Inclusive of Children with Visual Disabilities. *Human-Computer Interaction*, 35(3), 191–239. <https://doi.org/10.1080/07370024.2018.1512413>
- Nusen, N., & Sipitakiat, A. (2011). Robo-blocks: a tangible programming system with debugging for children. In Proceedings of the 19th international conference on computers in education. Chiang Mai (pp. 1-5).
- Papert, S. (1980). *Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc.

- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing Engineering to Elementary School. *Journal of STEM Education*, 5(3 and 4), 17–28.
- Sapounidis, T., & Demetriadis, S. (2011). Touch your program with hands: Qualities in tangible programming tools for novice. *Proceedings - 2011 Panhellenic Conference on Informatics, PCI 2011*. <https://doi.org/10.1109/PCI.2011.5>
- Sapounidis, T., & Demetriadis, S. N. (2012). Exploring children preferences regarding tangible and graphical tools for introductory programming: Evaluating the PROTEAS kit. *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2012)*, Rome, 316–320. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2012.48>
- Sapounidis, T., Demetriadis, S., Papadopoulos, P. M., & Stamovlasis, D. (2019). Tangible and graphical programming with experienced children: A mixed methods analysis. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 19, 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.12.001>
- Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2015). “I want my robot to look for food”: Comparing Kindergartner’s programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), 293–319. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9287-7>
- UN (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations.
- UNESCO. (2005). *Guidelines for inclusion: Ensuring access to Education for All*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris: UNESCO
- UNESCO. (2017). *A guide for ensuring inclusion and equity in education*. Paris: UNESCO
- Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005). Extending tangible interfaces for education. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI)*. Montréal, 859–868. <https://doi.org/10.1145/1054972.1055093>

## A DISCIPLINA DE PROJETO NO ENSINO DA FÍSICA E QUÍMICA DO 8º ANO

### THE DISCIPLINE OF PROJECT IN THE TEACHING OF 8<sup>TH</sup> GRADE PHYSICS AND CHEMISTRY

### LA ASIGNATURA DE PROYECTO EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA Y QUÍMICA EN OCTAVO CURSO

**Daniela Tuna**

Agrupamento de Escolas de Vila Verde, Braga, Portugal  
danielatuna@gmail.pt

**RESUMO** | A prática letiva descrita baseia-se numa Aprendizagem Baseada em Projetos – (ABP) realizada com o 8º ano de escolaridade. Desenvolve-se em dois semestres, cada um sobre um subtema geral orientador que inspira os projetos dos diferentes grupos. Neste artigo são descritos exemplos práticos de alguns trabalhos onde se ensina e aprende Física e Química tendo como base programática: “Reações químicas” na Química, e o “Som” na Física. Os conteúdos surgem nas apresentações dos grupos devidamente estruturados e articulados respeitando as aprendizagens essenciais. Os professores, são facilitadores de informação, mediadores e intermediários. São também responsáveis pela garantia de que, em cada grupo de trabalho os conteúdos programáticos de cada disciplina envolvida estão na íntegra contemplados. Para este público, houve mudança de paradigma na educação, com impacto de evidência em todos os agentes educativos. Os alunos adquiriram as competências chave identificadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abordagem interdisciplinar, Aprendizagem cooperativa, Aprendizagem baseada em projetos, Trabalho de grupo, Criatividade.

**ABSTRACT** | The teaching practice described is based on a Project Based Learning - (PBL) that took place in an 8<sup>th</sup> grade class. It was developed during two semesters, each on a general guiding sub-theme that inspires the projects’ design of the different groups. Throughout this article, we describe some practical work examples in which students’ learn physics and chemistry contents that are part of the official programs: "Chemical reactions" in Chemistry, and the "Sound" in Physics. The contents appear in the groups’ presentations properly structured and articulated, respecting the essential learnings. Teachers are facilitators of information, mediators, and intermediaries. They are also responsible for ensuring that, in each working group, the syllabus of each discipline involved is fully addressed. For this audience, there was a paradigm shift in education, that impacted all educators. Students acquired the identified key competencies.

**KEYWORDS:** Interdisciplinary approach, Cooperative learning, Project-based learning, Teamwork, Creativity.

**RESUMEN** | La práctica lectiva descrita se basa en un Aprendizaje Basado en Proyectos – (ABP) que se realiza en el 8º curso. Se desarrolla en dos semestres, cada uno de ellos dedicado a un subtema general orientador que inspira los proyectos de los diferentes grupos. En este artículo se describen ejemplos prácticos de algunos trabajos. En este ámbito se enseña y se aprende Física y Química, teniendo como parte programática: “Reacciones químicas” en Química, y “Sonido” en Física. Los contenidos surgen en las presentaciones de los grupos estructurados y debidamente articulados, respetando los aprendizajes fundamentales. Los profesores facilitan información, actúan como mediadores e intermediarios. Son asimismo responsables y garantes de que en cada grupo de trabajo los contenidos programáticos de cada asignatura estén íntegramente contemplados. Para este público se ha producido un cambio de paradigma en educación, con un impacto evidente en todos los actores que intervienen en la educación. Los alumnos han adquirido las competencias clave identificadas.

**PALABRAS CLAVE:** Enfoque interdisciplinar, Aprendizaje cooperativo, Aprendizaje basado en proyectos, Trabajo en grupo, Creatividad.

## 1. INTRODUÇÃO

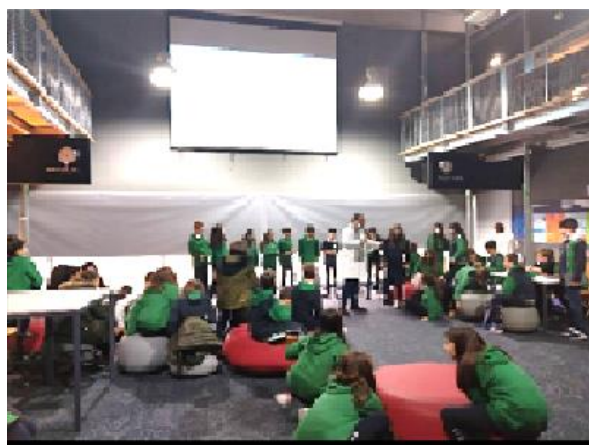
Envolver a ciência, a tecnologia e a sociedade nos processos de ensino e de aprendizagem da Física e Química (FQ) é uma preocupação permanente do docente de hoje. Aprender através da realização de projetos, revela o “modo como vivem hoje as pessoas e organizações: (...), globalização, (...) efêmero, ausência de autoridade...” (Metodologia do Trabalho de Projecto, 2019)

A prática educativa na educação em ciências deve ressaltar a componente sociológica, “...convém ensinar a arte de enfrentar as incertezas (ensino das incertezas) surgidas nas ciências...” (Morin, 2002) assim como noutras áreas.

O enquadramento responde ao perfil do aluno do séc. XXI, em que o mesmo deve possuir saber técnico dominando as tecnologias, ser capaz de produzir textos criativos e comunicar efetivamente com os seus pares e demais envolvidos para elaboração dos seus propósitos e epopeias (Decreto-Lei nº55/2018, 2018)

O ensino pela metodologia de projeto surge da necessidade de educar, ensinar e mediar o processo de ensino aprendizagem cada vez mais direcionado para o contexto laboral e de globalização em que nos inserimos. O conhecimento precoce do mundo adulto, das organizações, das carências e ambições da sociedade pode alinhar com um futuro promissor. A ABP é hoje utilizada em instituições públicas, em “projetos piloto” (Notícias da Maia, 2018) normalmente e também em escolas privadas. É neste segundo quadro que a prática empírica em causa tem lugar.

Os alunos, na sua maioria caracterizam-se por terem um bom currículo educativo. A aplicação do método acontece formalmente no horário instituído para cada turma. As disciplinas de Física e Química, História, Educação Visual e Tecnológica e Inglês, escolhidas conforme o ano letivo, são trabalhadas na mesma esfera temporal. Acerca da aplicação da língua inglesa, o projeto é bilingue, por isso os alunos têm liberdade à medida das suas valências para apresentar integralmente ou não o projeto ou parte dele em inglês. Através do ensino de uma língua estrangeira pode promover-se a interiorização de princípios de compreensão mútua entre culturas. Este grande objetivo poderá ser conseguido pela elaboração de programas que perspetivem a língua como cultura (Robinson, 1985). Estão reunidas as condições para que as competências linguísticas e a aprendizagem dos conteúdos sejam dois processos concomitantes. A Aprendizagem Integrada de Conteúdos e Línguas (CLIL), pode também ter um efeito extraordinário nos professores pois o uso frequente e em contexto técnico passa a ser uma constante. O recurso ao vídeo nos alunos de hoje é uma constante, pelo que para este tipo de aprendizagem são altamente eficazes para alunos e professores pois ajudam a refletir “sobre as suas próprias estratégias de ensino e corrigir possíveis fraquezas identificadas nas aulas. (Cinganotto, 2017) A língua inglesa é utilizada aleatoriamente e alternadamente com a língua mãe durante as aulas pelos intervenientes. No presente caso, o universo de turmas do 8º ano (4 turmas de aproximadamente 25 alunos cada) de escolaridade tinham no seu horário semanal 90 minutos em comum numa sala preparada para o efeito, como se pode apreciar na imagem da figura 1.



**Figura 1-** “Sala PROLAB”, designação específica da sala onde decorrem as aulas de projeto.

Em cada turma foram criados grupos de trabalho de quatro elementos cada e definiram-se os diferentes projetos segundo um tema global orientador.

Esta metodologia tem sofrido ajustes conforme se reimplementa, ano após ano contribuindo em crescendo para as competências transversais que podem ser adquiridas pelos alunos. A ABP existe nesta instituição há alguns anos de uma forma cada vez mais consistente do 1º ao 9º ano e no 12º ano. Ocorre numa sala preparada para o efeito. Esta tem vários acessos evitando a circulação cruzada dos alunos de diferentes níveis pelos corredores. Este espaço tem uma designação diferente, “Sala Prolab” tendo sido criada especificamente para a disciplina de projeto. Cada projeto tem duração semestral, o que significa que os seus períodos de avaliação formal e quantitativa (avaliação sumativa do projeto) não coincidem com os períodos clássicos de avaliação, ou seja, com a avaliação no final de cada um dos três períodos letivos. O projeto tem dois momentos de avaliação por apresentação, o “Pitch” em que os alunos apresentam a planificação cronológica e ideológica (em forma de *Diagrama de Gantt*) e a apresentação do projeto final com resultados, conclusões e limitações. As grelhas das disciplinas envolvidas estão preparadas para o peso percentual do projeto em cada disciplina. No caso da FQ tem o peso de 20% na avaliação global.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

A metodologia ABP apresentada neste artigo insere-se no domínio da autonomia curricular (DAC), já que é um ensino ativo, ou seja, abre a possibilidade a que o processo de aprendizagem fique centrado no aluno, favorecendo a autoaprendizagem e a capacidade de comunicação.

“Mais do que nunca, o que subjaz à aquisição de uma competência comunicativa é uma série de outras competências, na qual se inserem a competência sociolinguística e a intercultural. Sem a aquisição destas, a competência comunicativa não se alcança ou é deficiente (Carmo & Malheiro, 2008)”.

Como referido anteriormente, a prática educativa que se relata aconteceu com um universo de quatro turmas do oitavo ano da instituição. O nome desta disciplina é Projeto X, (nome fictício aqui adotado) e, envolve a presença de um professor de cada área disciplinar envolvida, formando uma equipa de quatro ou cinco docentes. A inovação acontece em cada detalhe da metodologia: a sala, a presença concomitante da totalidade das turmas do oitavo ano, aproximadamente cem

alunos na sala de projeto. Outras instituições também acreditam nesta metodologia e muitas vezes apelidam as salas específicas onde estas aulas acontecem de “salas de aula do futuro”. (Matos, 2018) A estrutura da sala, facilita a aula em grande grupo ou em pequenos grupos, a comunicação ente pares e entre alunos e professores. Existe entre os professores a figura de coordenador de projeto, um *team speaker* que tem a responsabilidade de cumprir prazos de entrega de planificações e cronogramas para além de articular a comunicação com a direção e direção pedagógica. Nos grupos de alunos também são definidos os papéis de cada um, especificamente o *team leader* que é também o porta-voz. Outro pormenor organizacional é que cada professor tinha a seu cargo parte dos grupos sendo responsável pela verificação da presença dos conteúdos em cada um deles e pela coordenação global do projeto dos mesmos.

A utilização dos meios tecnológicos atualmente disponíveis e neste caso prático em particular, a utilização do tablet munido do *Office 365* como ferramenta fundamental para partilha de conteúdos (através da nuvem “Onedrive”) entre grupos de trabalho e grupos de trabalho e professores orientador. Dentro do *Office* familiarizaram-se em particular com o programa de edição de questionários e estatística e partilharam de uma forma praticamente diária pastas na nuvem. O ensino da disciplina da Físico-química no ensino básico deve ser encarado como uma formação para a literacia científica e não como a formação de futuros cientistas (Carvalho, 1995) e assim é possível reconhecer os contextos em que esta disciplina e os conhecimentos nela envolvidos são fundamentais. A componente do projeto no ensino da Física e da Química no 8º ano permite partir dos problemas do quotidiano para a disciplina, dando uma nova perspetiva ao aluno do seu conhecimento científico. A disciplina de projeto abre caminhos para implementar esta inovação nas escolas. As discussões geradas entre alunos ao longo do semestre abordaram questões centrais da sociedade tecnológica atual, tomadas de posições e discussões democráticas, estando com isto a educar também para a sustentabilidade social (Decreto-Lei nº54/2018, 2018)

A particularidade de ser um projeto bilingue, com a língua inglesa, contribui para que os alunos do terceiro ciclo adquiram a um nível mais profundo competências interculturais. Este método constitui um instrumento diferenciador para o ensino do inglês. Existe a ideia da aprendizagem da língua como um processo de autoconhecimento através do confronto com os outros, com o vocabulário científico e com o mundo. “Mais do que nunca, o que subjaz à aquisição de uma competência comunicativa é uma série de outras competências, na qual se inserem a competência sociolinguística e a intercultural. Sem a aquisição destas, a competência não se alcança ou é deficiente.” (Carmo & Malheiro, 2008).

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

A prática educativa aqui descrita decorreu no ano letivo de 2018/2019 dividido em dois semestres. Na planificação do grupo de professores, plasmam-se os subtemas orientadores (tabela1) para os grupos nos 1º e 2º semestres, respetivamente *1th* e *2th terms*.

**Tabela 1- Temas orientadores**

Tema global	Sustentabilidade – a construção de um mundo melhor
Subtemas	1º Projeto: Sociedade (sustentabilidade social) 2º Projeto: Ambiente (sustentabilidade ambiental)
Constituição dos grupos	Grupos de trabalho heterogêneos constituídos com base nos diferentes perfis dos alunos

As aulas decorreram uma vez por semana em noventa minutos exíguo entre todas as turmas do 8º ano. A equipa de professores é constituída por cinco ou seis docentes das disciplinas de Física e Química, História, Ciências da Natureza, Educação Visual e Inglês. Em determinadas sessões, os professores de expressão dramática estavam também presentes para auxiliar na postura e colocação de voz durante os momentos de apresentação/exposição. Nas tabelas seguintes apresentam-se os pontos considerados chave a responder no projeto para o perfil do aluno do século XXI (tabela 2) e as competências transversais de articulação entre as disciplinas já referidas (tabela3):

**Tabela 2- Perfil do aluno Sec.XXI (Ministério da Educação, 2018)**

Áreas de desenvolvimento das competências-chave para o 8ºano

Linguagens e textos

Informação e comunicação

Raciocínio e resolução de problemas

Pensamento crítico e pensamento criativo

Relacionamento Interpessoal

Autonomia e desenvolvimento pessoal

Área de bem-estar e saúde

Sensibilidade estética e artística

Saber técnico e tecnologias

Consciência e domínio do corpo

**Tabela 3- Competências transversais**

História - Físico-Química - Educação Visual - Ciências Naturais - Inglês

Dominar capacidades nucleares de compreensão e expressão nas modalidades oral, escrita, visual e multimodal

Utilizar e dominar instrumentos diversificados para pesquisar, descrever, avaliar, validar, e mobilizar informação de forma crítica e autónoma verificando diferentes fontes documentais e a sua credibilidade

Gerir projetos e tomar decisões para resolver problemas



---

Desenvolver novas ideias e soluções, de forma imaginativa e inovadora, como resultado da interação com outros ou da reflexão pessoal, aplicando-as a diferentes contextos e áreas de aprendizagem

Ouvir, interagir, argumentar, negociar e aceitar diferentes pontos de vista, ganhando novas formas de estar, olhar e participar na sociedade

Estabelecer objetivos, traçar planos e projetos e serem autônomos na sua concretização

Manipular e manusear instrumentos diversificados para controlar, utilizar, transformar, imaginar e criar produtos e sistemas

---

O projeto X surge com um tema global orientador: “Sustentabilidade: construção de um mundo melhor” que depois se subdivide em sustentabilidade social e sustentabilidade ambiental nos diferentes semestres. Revela-se de extrema importância para toda a comunidade. Em particular para a comunidade educativa pois chama a atenção aos seus temas porventura perturbadores do conforto deste público-alvo através de seminários, cartazes, entrevistas, *flyers*, *sites* entre outros.

Para a eficiência das aulas, são criadas regras de comunicação entre o grupo e entre o grupo e professor. Em determinado momento do projeto consideramos necessário utilizar um sistema de cartões para sinalizar comportamentos e intenções. O sistema é constituído por três cartões em que os professores atribuem conforme comportamentos, ou seja, quando os alunos estão a trabalhar corretamente como grupo de trabalho o professor coloca um cartão verde na mesa de trabalho. O amarelo e vermelho têm o significado de aviso e penalização, respetivamente. Existem cartões de “*question mark*” que servem para chamar o professor quando a dúvida é de todos os elementos do grupo e garante que a mesma foi previamente discutida e nenhum dos elementos do grupo sabe solucionar antes de colocar ao professor. Além disso, a eleição de uma figura porta-voz entre o grupo pode contribuir para esta gestão comunicacional. Estes minutos decorrem num cruzamento constante entre aprendizagens essenciais e as ideias para projetos e como os conduzir. É aqui que os docentes, mediadores da informação, facilitadores, conduzem o melhor que conseguem as ideias cheias de entusiasmo dos alunos. Após a entrada de todos os alunos, os professores, e o *team speaker* em particular, esclarecem as metas e os afazeres para a respetiva aula. A sala está equipada de sistema de som avançado, incluindo microfones sempre disponíveis pois de outra forma seria difícil comunicar para tão elevado número de pessoas. Cada professor tem a responsabilidade de passar em todos os grupos para verificar se o possível contexto para a disciplina está a ser planeado e pensado. Apesar de ter o dever de passar em todos os grupos de trabalho cada professor tem atribuídos a si um certo número de grupos. Os tópicos de Química são: tipos de reações químicas e velocidade das reações químicas e os tópicos de física são: os atributos do som e sua deteção pelo ser humano e fenómenos acústicos. O tópico de Física e Química selecionado para o Projeto X não é mobilizado e nem avaliado em mais nenhum contexto e/ou instrumento respetivamente.

Os docentes devem garantir o cumprimento dos prazos aos quais alunos e professores se propõem, e que os conteúdos de cada disciplina sejam abordados. Os alunos devem encontrar os pontos comuns entre a ideia de projeto e as diferentes disciplinas. Quando, por vezes, surge a necessidade de emergir em conteúdos que não estão previstos, é requerida uma autorização ao professor orientador. Mediante a pertinência do pedido é ou não deferido o pedido. É sempre exigido um resumo da matéria “obrigatória” de cada uma das disciplinas num dos diapositivos da apresentação final para que tenhamos a certeza de que o conteúdo programático foi efetivamente

abordado e aprendido. Os alunos têm a possibilidade de optar pelo momento em que querem utilizar a língua inglesa oralmente assim como no que vão projetar. Esta possibilidade de opção salienta eventualmente qualidades de uns e fragilidades de outros, mas com isto segue-se mais um ponto de partida para a aprendizagem. Na tabela 4 resume-se a cronologia nos termos da metodologia de projeto:

***Tabela 4- Calendarização nos termos da metodologia do trabalho de projeto***

Etapas	Ação
Identificação do problema	Consultar Planificação dos alunos
Identificação e formalização das problemáticas a desenvolver	Análise SWOT dos diferentes projetos no momento PITCH
Planificação do trabalho	Elaboração do pré-projeto a apresentar no PITCH Construção diagrama de GANTT Project manager (eleição por cada grupo) Divisão percentual de projeto em 25% para a fase de planeamento, seguida do Pitch. 50 % para a fase de projeto. 25% para a fase de apresentação final do projeto.
Trabalho de campo	Visitas de estudo Registos fotográficos Registos vídeo Pesquisa web Estudos, inquéritos, questionários Bibliografia
Tratamento de dados	Transcrições de entrevistas Tratamento e Seleção de Informação Excel Forms
Preparação da apresentação dos resultados	Tabelas, Gráficos
Apresentação dos trabalhos	Multimédia; PowerPoint; -Prezi; Pawtoon;-Sway

Para que seja garantida qualidade junto destes procedimentos a direção pedagógica marca a sua presença nos momentos cruciais: na apresentação do *Pitch* e na apresentação final. O *Pitch* é uma apresentação oral, multimédia, normalmente elaborada num dos programas entre *Powerpoint* ou *Prezi*, com a duração de dez minutos no máximo onde apresentam o diagrama de Gantt e a ideia/formato do projeto final. A avaliação é realizada através duma análise Swot. Durante o *Pitch* são feitos comentários pelos professores criticando positiva ou negativamente e por vezes até surgiam novas ideias. Seguem-se alguns exemplos de projetos que surgiram nos 13 grupos de trabalho durante o 2º semestre. Os grupos foram identificados por números.

Oriundos de um primeiro projeto realizado no *1th term* do ano letivo e, com apresentação no final do mês de janeiro, reinventavam-se agora com os novos colegas de grupo conscientes dos pontos fortes e fragilidades do anterior projeto. Os grupos haviam sido reorganizados pela equipa de professores segundo critérios de eficiência dos grupos, agora que já haviam avaliado o

comportamento dos mesmos. A apresentação ficou cronologicamente definida para o mês de maio. No hiato temporal entre o início do projeto e a apresentação do *Pitch*, aproximadamente quatro aulas, o conhecimento baseado em projetos é quando mais se faz valer, em que é mais fascinante apreciar as tempestades de ideias, modernamente apelidadas de *brainstorming*. Cabe aos docentes triar a avalanche de ideias, transmitir-lhes o que será ou não passível de ser elaborado, mas é sempre um processo altamente frutífero.

#### Exemplo 1: “Human Rights”

Decidiram trabalhar sobre os direitos humanos e igualdade do gênero, questão pertinente nos dias de ontem e de hoje no contexto da sustentabilidade social. O grupo 10 tinha o desafio de na Química abordar a velocidade das reações químicas dentro do subtema: as reações químicas. Fizeram-no com substancial criatividade iniciando por exemplificar e enobrecer a quinta mulher a receber o nobel da química em 2018. Realçaram a igualdade do gênero. Depois, referiram que: “entre outros reconhecidos trabalhos estudou o processo de catálise com enzimas e proteínas, permitindo o aumento da velocidade de algumas reações químicas.” Seguiu-se o diapositivo com os quatro principais fatores que afetam a velocidade das reações químicas em que os alunos explicaram para o seu público (restantes alunos do 8º ano, equipa de professores, convidados e direção) no que havíamos combinando durante as aulas realçar. Perceberam coisas simples do dia a dia como e porquê que usam os frigoríficos com base nos conceitos científicos abordados e com isso foram capazes de captar a atenção dos outros.

#### Exemplo 2: “Indústria, Inovação e Infraestruturas”.

Palavras-chave utilizadas foram: Sustainable cities; renewable energy, solar panels, insulation materials and self-supporting houses. Os alunos construíram uma maquete virtual de uma cidade sustentável tendo utilizado *software* adequado para o efeito. Neste projeto, o uso das tecnologias de informação e comunicação devido ao tipo de recurso foi realizada de uma forma mais próxima da realidade. Realizaram um *flyer* com a explicação acerca da relação formal entre o seu tema e os conteúdos que iriam abordar nas diferentes disciplinas. Esse *flyer* foi distribuído por alunos e professores durante a apresentação para apreciação. Na física, os alunos serviram-se do tema acerca da poluição sonora para contextualizar a temática da disciplina: relacionando os fenómenos acústicos (reflexão, absorção e reverberação) com a necessidade de tornar as casas e cidades mais sustentáveis e confortáveis acusticamente. Estudaram os materiais que se colocam nas barreiras sonoras das autoestradas para isolamento (aglomerados de cortiça) de som referindo a capacidade de absorção dos mesmos. Compreenderam a necessidade de tornar mais confortável a vida dos habitantes em volta das mesmas. Explicaram outros fenómenos associados à reflexão do som como o eco e a reverberação como matéria fundamental a saber para as construções quer de infraestruturas na cidade quer nas habitações. Neste contexto, é possível perceberem porque estão a estudar este ramo da física, o que constitui um ponto a favor da motivação e da razão.

#### Exemplo 3: “A evolução dos empregos”

A extinção de algumas profissões serviu de mote para um outro grupo de alunos elaborar o trabalho acerca das novas profissões. O projeto final chegou com a construção de um *site*, mas passaram por uma representação teatral em que contracenaram personagens do início do séc. XVI com personagens do nosso século. O trabalho que é necessário desenvolver quer de pesquisa nas disciplinas envolvidas no projeto, quer de recolha de materiais faz parte das competências a desenvolver. Neste caso a pesquisa histórica foi a mais relevante uma vez que implicou a procura

de recursos materiais, vestes da época, entre outros. É também relevante o envolvimento da família para a concretização destes projetos, quer seja nas ideias, quer seja na procura dos materiais necessários. Realizaram um seminário sobre o tema no final de uma tarde de quarta-feira no auditório da escola. Convidaram toda a comunidade escolar, pais e direção através da colocação de um cartaz publicitário alusivo ao evento. Para este seminário convidaram um gestor de empresas, que criou vários postos de trabalho nos últimos 5 anos. O gestor discursou acerca do que considerava importante trabalhar enquanto seres humanos e em sociedade para alcançar o sucesso na procura de emprego nos dias de hoje e no final foi entrevistado oferecendo-se para esclarecer dúvidas e questões aos presentes.

#### Exemplo 4 “Habitações sustentáveis”

No domínio do tema da sustentabilidade habitacional, na construção das casas foi conseguido instalar com a orientação dos professores e de um engenheiro especialista na área uma pequena programação de domótica. Trata-se de se ter dado a conhecer um produto existente no mercado, que está acessível para a compra de qualquer pessoa, mesmo a nível do custo. O modo de colocar em funcionamento o sistema requer uma programação bastante simples. O profissional que se disponibilizou a ajudá-los, fê-los em duas sessões. Alguns convidados eram muitas vezes sugeridos pela equipa de professores, mas a maioria vinha das propostas dos alunos. Os grupos de trabalho perceberam a dificuldade em obter a disponibilidade das pessoas. Na apresentação do trabalho, os alunos manipularam alguns comandos de luzes através do telemóvel, acendendo e apagando lâmpadas, aumentando e diminuindo a intensidade luminosa. O deslumbramento causado nos alunos pela apresentação de tecnologia pode ser considerado também uma estratégia de motivação para o ensino das ciências, e neste tipo de apresentações e resultados é uma evidência. No domínio da disciplina de FQ, aprofundou-se a questão da eficiência energética das habitações particularmente no que respeita ao isolamento acústico.

#### Exemplo 5: “Cidades sustentáveis”

Este grupo tinha-se proposto trabalhar num estudo comparativo de ações de sustentabilidade entre duas cidades vizinhas dos dois maiores centros urbanos do país. Uma das câmaras municipais disponibilizou-se numa fase inicial deixando os alunos à espera de dados que nunca chegaram. Ora este facto forçou-os a uma mudança de planos já mesmo depois do *Pitch*. Acabaram por elaborar um documentário muito interessante acerca de uma ilha Dinamarquesa, a ilha de Samsø, como um exemplo energético para o mundo. A gestão da frustração em abandonar uma ideia e iniciar outra é também muito importante, como falado e fundamentado na literatura referida no ponto anterior onde referimos a relevância de aprender a lidar com as incertezas. Na inserção dos conteúdos programáticos foram identificadas as principais fontes de poluição sonora nas cidades. Recorreram ao sonómetro e com base nos resultados obtidos avaliaram criticamente as consequências da poluição sonora e sugeriram medidas de proteção.

#### Exemplo 6: “Ação social”

Um outro projeto passou quase na totalidade, ou no que diz respeito ao trabalho de campo por uma ação de voluntariado. O grupo de trabalho conseguiu fazer junto do seu público alvo uma campanha de recolha de bens específicos que estavam em falta numa organização de institucionalização de crianças. O grupo, acompanhado do seu professor orientador foi até lá, levaram brincadeiras e jogos muito organizados e entregaram aos responsáveis os bens. Com este tipo de projeto fica efetuada a sensibilização para as ações de voluntariado.

#### Exemplo 7: “Mobilidade Sustentável”

Mobilizaram a comunidade escolar para numa determinada data se deslocarem para a escola de bicicleta e como projeto final construíram uma maquete de um *bikepark*. A utilização da deste meio de transporte como medida de diminuição do ruído e por conseguinte da poluição sonora. Na FQ também se explorou a diminuição de poluentes provenientes das reações de combustão.

#### Exemplo 8: “Discriminação Social”

No oitavo e último exemplo aqui descrito descrevo com admiração o grupo de alunos que com uma terapeuta da fala (convidada) aprendeu a passar uma mensagem em Linguagem Gestual Portuguesa sensibilizando assim para a discriminação que ainda acontece às pessoas portadoras desta ou de outras deficiências. Dentro do tema, os alunos exploraram o ouvido humano, a sua anatomia e funcionamento básicos. Entrando assim nos conteúdos de FQ, apresentaram diagramas com os limites de audibilidade humana, explicando-os.

Os alunos estavam, mediante pedido prévio, autorizados a deslocarem-se à sala de artes e utilizarem as tintas e materiais que achassem pertinentes. Tudo que fosse fora deste âmbito, os alunos deveriam fazer uma requisição à direção de forma a ser ou não autorizada a compra de determinado material. Por exemplo, material elétrico, pilhas, tecidos, etc. Os laboratórios, nomeadamente o de Química e Física foram palco de filmagens e pequenas operações/intervenções. Foram realizadas várias técnicas de rotina do laboratório de química como destilações e filtrações por pertinência destas nos mais diversos contextos da indústria no mundo real.

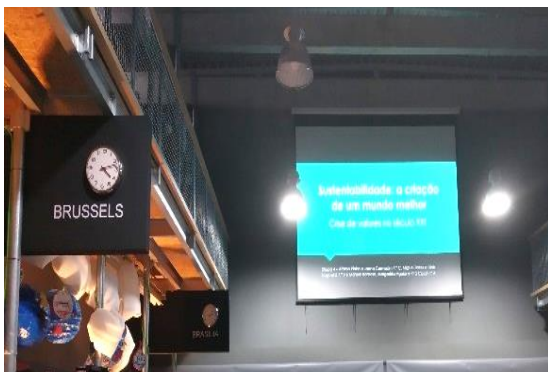
A divulgação científica é facilitada neste tipo de ensino pela obrigatória exposição constante quer oral quer “publicitaria” dos seus projetos, com cartazes colocados pela escola por exemplo. A curiosidade é permanentemente aguçada quando se expõem materiais nas apresentações por exemplo, os outros alunos querem saber porquê, para quê serve, para quê funciona e a restante comunidade educativa também se interessa em perceber a mensagem, são movidos pela curiosidade. Por exemplo, aquando da construção de um “dessalinizador caseiro”, foi necessária identificação de material de laboratório, idas ao laboratório, testar e colocar a funcionar. Construção dos seus próprios tutoriais para saber fazer, saber explicar. No dia da apresentação todos sabiam detalhadamente a teoria envolvida no propósito do aparelho construído e a necessidade social à qual respondia o feito.

Na eletricidade e eletrónica, campo de elevado interesse na Física desde sempre e na atualidade os alunos vêem-se permanentemente obrigados nas suas montagens a saber onde adquirir comercialmente componentes eletrónicos e sabê-los instalar num circuito. Por exemplo em montagens de maquetes de centrais eólicas, adquiriram lâmpadas, motores, foram ao laboratório de física da escola buscar outros equipamentos. Tudo isto à posteriori é detalhadamente explicado. São muitos os atores educativos neste processo: primeiramente os próprios alunos, atores da sua própria educação pela metodologia de projeto centrada no aluno e na exploração das suas potencialidades em toda a sua amplitude, os professores em sala de aula, os pais e profissionais contactados das mais diferentes instituições. Os pais são permanentemente chamados pelos seus educandos para participar especialmente quando têm coincidentemente uma profissão que pode servir de mote para o seu trabalho.

No momento da apresentação não só era possível levar convidados como estes também constituíam uma mais-valia, uma espécie de valor extra na avaliação do projeto. Trata-se de conseguir mover profissionais voluntariamente até uma escola durante o seu tempo laboral.

O projeto X é uma viagem pelo conhecimento, pelo processo de aprendizagem centrado no aluno, um projeto que respeita a Autonomia e Flexibilidade Curricular (Ministério da Educação, 2018).

O colégio onde a prática letiva que aqui se descreve se desenrola, foi distinguido pela Ashoka como escola transformadora. Esta organização, fundada em 1980 pelo americano Bill Drayton iniciou a sua atividade em Portugal em 2017. Houve já oportunidade de assistir à nomeação de escolas *Changemaker* em todo o território português, tendo já sido identificadas cinco escolas, que passaram a fazer parte deste quadro. A organização destas não espelha qualquer tipo de ranking, sendo apenas uma demonstração do valor de cada uma e das estratégias adotadas (Ashoka, maior rede global de empreendedores das 5 ONG mais influentes do mundo, 2020).



**Figuras 2 e 3** -Aspetto da sala de projeto durante uma apresentação.

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

O ensino aprendizagem pela lente deste método é centrado no aluno e não no professor. Todas estas ramificações essenciais do método alinham num tronco centralizado no bem-estar do aluno enquanto ser individual, enquanto cidadão na sociedade de hoje e do futuro.

Dividiria este ponto em dois domínios: a forma como é efetuada a avaliação cognitiva e socio afetiva dos alunos e o balanço que o colégio faz no final de cada semestre e ano do Projeto X.

Como já referido anteriormente, em cada ano letivo os dois semestres dão lugar a dois projetos. Os grupos são reorganizados pela equipa de professores de acordo com a performance e dinâmica demonstradas no *1th term*. Na transição do primeiro para o segundo projeto é efetuada uma reflexão em formulário próprio onde se plasmam e descrevem os pontos fortes, os pontos fracos, as fragilidades e limitações. Do primeiro para o segundo projeto, as fraquezas podem tornar-se fortalezas e os pontos fracos em fortes. Este documento, é uma espécie de relatório e é partilhado com os professores numa *cloud* destinada para o efeito.

***Tabela 5- Grelha de avaliação do projeto X***

---

No domínio cognitivo e sócio afetivo, avaliar se o aluno:

---

Identifica de forma clara a situação em estudo;  
Apresenta adequadamente o pré-projeto (“Pitch”);  
Planifica adequadamente;  
Recolhe informação de qualidade;  
Analisa e trata informação;  
Comunica adequadamente em função do contexto;  
Revela originalidade e inovação;  
Utiliza recursos diversificados;  
Comunica adequadamente em língua inglesa em diferentes contextos;  
Adota comportamentos de cooperação, partilha e colaboração;  
Cumpre e faz cumprir o cronograma da planificação do trabalho;  
Fundamenta as suas opiniões/opções;  
Aceita a crítica ao trabalho e ao comportamento assumindo as consequências das suas atitudes.

---

Os pontos enumerados constam da grelha da avaliação da disciplina Projeto X. Esta por sua vez valerá 20% da nota da disciplina de Física e Química no final do período.

O projeto X revela-se naquela escola um cartão de visita. A sua reaplicação ano após ano em todos os anos letivos excetuando 10<sup>o</sup> e 11<sup>o</sup> anos faz a instituição acreditar no sucesso da sua implementação. O feedback de professores e alunos é também muito positivo.

O aluno aprende a planear, a gerir tempo e recursos e negociar vontades. Os projetos tiveram reconhecido impacto em toda a comunidade escolar que foi sendo validada por exemplo pela massificada participação dos mesmo ano após ano. Estes denotam o empenho dos seus educandos e a mais valia que constitui na preparação para o mundo profissional e global.

O colégio foi distinguido como escola transformadora pela Ashoka Portugal sinalizando-o como agente de transformações positivas em Portugal (Ashoka, maior rede global de empreendedores das 5 ONG mais influentes do mundo, 2020).

A escola apresenta com frequentemente o projeto à comunidade, aos pais, profissionais, agentes políticos em função dos temas e áreas de intervenção prática. (Santos, 2019) Promove momentos de formação ao corpo docente e direção, viagens para encontro de outros projetos Europeus promovendo o intercâmbio profissional de competências e metodologias didáticas para minimizar as limitações e constrangimentos do método.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os ideais de inovação no ensino da Física e da Química estiveram plasmados no decorrer da disciplina de Projeto X. Todos os projetos em particular e porque foram cientificamente validados pela equipa de professores, contribuíram para o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem da física e da química. O enquadramento desta metodologia nos decretos – lei: inclusão 54/2018 de 6 de julho e no Decreto-Lei- 55: Lei currículo ensino básico e secundário de 6 de julho é realizado numa harmonia simbiótica como foi possível ler no ponto 3 deste artigo. O Projeto X, permite o ensino de conteúdos de Física e Química selecionados do programa de uma forma estruturada e conceptualmente articulada, respeitando as aprendizagens essenciais. Permite, como visto, a articulação horizontal entre a matemática, as tecnologias de informação e comunicação e o ensino da física e da química.

Os constrangimentos e limitações da aplicação do método a nível global/governamental são essencialmente na construção de uma base de formação para os professores, de mudança de mentalidades da comunidade educativa e de todos os atores educativos nomeadamente os pais. Apesar desta instituição testemunhar toda esta inovação, os alunos continuam maioritariamente a ser ensinados através de um programa curricular pensado há muitos anos. Transferir a importância do que sabemos para o que fazemos com o que sabemos (O Observador, 2020). Neste caso em particular, o trabalho decorreu em circunstâncias próximas do que será ideal: uma amostra de alunos em condições educacionais de excelência de uma classe socioeconómica média alta, professores muito motivados e bem formados e uma coordenação e direção cooperante, ativa e inteligente, que investiga e coloca em prática, estuda, discute e age. Houve um contributo muito significativo de sensibilização para a mudança de paradigma na educação em toda a comunidade educativa.

A questão coloca-se então, se com públicos mais heterogéneos o sucesso seria uma realidade. Foi possível, e nesta evidência, urge aplicar a ABP em diferentes contextos, a diferentes paradigmas socio económicos e analisar resultados.



## REFERÊNCIAS

- Ashoka, maior rede global de empreendedores das 5 ONG mais influentes do mundo. (janeiro de 2020). *Ashoka*. Obtido de <https://portugal.ashoka.org/>
- Carmo, H. e., & Malheiro, M. (2008). *Metodologia da Investigação, Guia para Auto-Aprendizagem* (2ª ed.). Universidade Aberta.
- Carvalho, A. e. (1995). *Novas metodologias em educação*. Porto Editora.
- Cinganotto, L. (2017). *Quando o conteúdo e a aprendizagem se encontram, coisas extraordinárias podem acontecer*. Obtido de <https://www.schooleducationgateway.eu/pt/pub/viewpoints/experts/when-content-and-learning-join.htm>
- Decreto-Lei nº54/2018. (2018). Decreto- Lei nº 54/2018 de 6 de julho. (D. d. República, Ed.) *Diário da República, Ministério da Educação*.
- Decreto-Lei nº55/2018. (2018). Decreto-Lei nº55/2018. *Diário da República, Ministério da Educação*.
- Matos, P. D. (Ed.). (2018). Seminário Internacional. *Inovação em Educação-do currículo às práticas pedagógicas*. Porto: FCT; Universidade Católica.
- Metodologia do Trabalho de Projecto. (2019). Expoente. Obtido de [https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/48096/mod\\_resource/content/0/3\\_Metodologia\\_do\\_Trabalho\\_de\\_Projecto.pdf](https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/48096/mod_resource/content/0/3_Metodologia_do_Trabalho_de_Projecto.pdf)
- Ministério da Educação. (julho de 2018). Aprendizagens essenciais, articulação com o perfil dos alunos. *8º ano Físico-Química*.
- Ministério da Educação. (junho de 2018). *Autonomia e Flexibilidade Curriculares*. Obtido de [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/AFC/dl55\\_2018\\_apresentacao\\_junho-julho.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/AFC/dl55_2018_apresentacao_junho-julho.pdf)
- Morin, E. (2002). *Os sete saberes da Educação do Futuro*. (Edições Instituto Piaget, Ed.)
- Notícias da Maia. (28 de Outubro de 2018). Maia. Obtido de <https://www.noticiasmaia.com/maia-apresenta-amanha-a-primeira-sala-de-aula-do-futuro/>
- O Observador, J. (2020). Obtido de <http://observador.pt/2019/06/04/escolas-preparam-alunos-para-um-mundo-que-ja-nao-existe/>
- Robinson, G. L. (1985). *Crosscultural Understanding, Processes and aproches for foreign language, english as a second language and bilingual educators*. Pergamon Press. Obtido em 2020
- Santos, A. (14 de fevereiro de 2019). Secretário de Estado da Educação visitou colégio maiato. *Primeira mão*. Obtido de <https://www.primeiramao.pt/sociedade/secretario-de-estado-da-educacao-visitou-colegio-maiato/>

## RECICLAGEM E LITERACIA ESTATÍSTICA: UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

### RECYCLING AND STATISTIC LITERACY: AN INTERDISCIPLINARY PRACTICE

### RECICLAJE Y ALFABETIZACIÓN ESTADÍSTICA: UNA PRÁCTICA INTERDISCIPLINAR

**Sofia Laura Costa<sup>1</sup>, Isabel Duque<sup>2</sup>, Fernando Martins<sup>3,4</sup>**

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

<sup>2</sup>CASPAE Limites Invisíveis, Portugal

<sup>3</sup>Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, NIEFI, UNICID, Portugal

<sup>4</sup>Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Portugal  
sofialauracosta@hotmail.com

**RESUMO** | Nas últimas décadas, temos vindo assistir à consciencialização da responsabilidade ambiental e aos seus impactos. É através da educação ambiental que os alunos se confrontam com as necessidades de mudar comportamentos e atitudes. Os *Media* são responsáveis pelas informações que chegam até nós. A literacia estatística é considerada essencial para que os cidadãos possam assumir uma postura crítica face a essa informação. Sendo a ecoliteracia da responsabilidade de todos, cabe ao professor desenvolver nos alunos capacidades que os façam questionar o mundo, de forma crítica e informada. Este estudo tem como objetivos apresentar uma prática educativa de promoção do desenvolvimento da literacia estatística e da ecoliteracia. Esta foi desenvolvida num contexto interdisciplinar, onde o professor surge como mediador, dando voz aos alunos, criando aprendizagens significativas relacionadas, nomeadamente, com a identificação da poluição como um problema ambiental e a interpretação de dados presentes nos *media* para responder a uma questão-problema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecologia, Matemática, Estatística, Interdisciplinaridade.

**ABSTRACT** | In the last decades, we have been witnessing the awareness of environmental responsibility and its impacts. It is through environmental education that students are faced with the need to change behaviors and attitudes. The Media are responsible for the information that reaches us. Statistical literacy is considered essential for citizens to take a critical stance towards this information. Being the ecoliteracy everyone's responsibility, it is the teachers' role to develop student's skills that allow them to question the world, in a critical and informed way. This study aims to present an educational practice that promotes the development of statistical literacy and ecoliteracy. This practice was developed in an interdisciplinary context, where the teacher emerges as a mediator, giving students a voice, creating meaningful learning, related with the identification of pollution as an environmental problem and the interpretation of data presented by the media to address a problem-issue.

**KEYWORDS:** Ecology, Mathematics, Statistics, Interdisciplinarity.

**RESUMEN** | En las últimas décadas, hemos sido testigos de la conciencia de la responsabilidad ambiental y sus impactos. Es a través de la educación ambiental que los estudiantes enfrentan la necesidad de cambiar comportamientos y actitudes. Los medios son responsables de la información que nos llega. Por lo tanto, la alfabetización estadística se considera esencial para que los ciudadanos adopten una postura crítica hacia esta información. Al ser la ecoalfabetización de la responsabilidad de todos, depende del maestro desarrollar en los estudiantes habilidades que los hagan cuestionar el mundo, de manera crítica e informada. Este estudio tiene como objetivo presentar una experiencia que promueva el desarrollo de la alfabetización estadística y la ecoalfabetización. La práctica educativa se desarrolló en un contexto interdisciplinario, donde el maestro emerge como mediador, dando a los estudiantes una voz, creando un aprendizaje significativo, es decir, la identificación de la contaminación como un problema ambiental y la interpretación de los datos presentes en los medios a favor de un problema.

**PALABRAS CLAVE:** Ecología, Matemática, Estadística, Interdisciplinariedad.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao vivermos num mundo industrializado, onde grande parte do que é produzido é descartado (Costa, 2016), é fundamental que ganhemos consciência das consequências que este comportamento traz para a sociedade do futuro. A preparação dos alunos para o mundo que os rodeia passa pela promoção, dos conhecimentos e competências que permitam a cada um explorar a natureza e tirar partido dela, assumindo responsabilidades sobre as suas atitudes e ações. De certo modo, podemos dizer que é da responsabilidade das escolas promover a Ecoliteracia, enquanto o conjunto de capacidade e conhecimentos que permitem a assunção da sustentabilidade e, portanto, de uma postura social ecológica (Ramos & Ramos, 2013).

É fundamental que os alunos revelem condutas positivas relativamente à preservação do ambiente tendo em conta, por exemplo, a política dos 3 R's, bem como, que relacionem o consumo de bens com as alterações ambientais, procurando soluções mais profícuas (Ferreira, 2019). Numa economia que se espera circular, a reutilização e a reciclagem são meios de promoção da sustentabilidade. A escola deve criar um ambiente de aprendizagem que potencie o diálogo entre os alunos sobre questões sociais, políticas e ambientais que fazem parte do seu dia-a-dia. Para que os alunos sejam capazes de exprimir os seus saberes, cabe ao professor um papel de mediador de conhecimentos, colocando o foco nas experiências dos alunos e, através da discussão em grupo se consigam debater as ideias-chave (Costa, 2019).

O mundo de hoje é muito impulsionado pelos *media*, onde a informação fornecida nem sempre corresponde à realidade, sendo deste modo, adulterada (Montenegro, 2017). É da responsabilidade da comunidade educativa despertar os alunos para os perigos, tornando-os cidadãos responsáveis e capazes de tomar decisões de forma consciente. Desta forma, o professor deve abordar temáticas, em sala de aula, do interesse do aluno, dando à criança voz na ação educativa, promovendo situações de aprendizagens com significado (Lopes, 2014). Sendo o objetivo fulcral da escola ensinar o aluno a “ler o mundo” (Freire & Macedo, 2011) transformando-o, há que desenvolver a Literacia Estatística nos alunos, isto é, desenvolver a “capacidade de ler, interpretar e argumentar criticamente uma informação” (Perin & Wodewotzki, 2019, p. 1).

Uma das práticas educativas que permite a exploração de várias áreas do saber, com o objetivo da resolução de uma questão-problema, é a interdisciplinaridade.

Este estudo foi desenvolvido em contexto formal, com 24 alunos do 3.º ano de escolaridade de uma escola pública do distrito de Coimbra. Nele, a matemática e as ciências naturais surgem interligadas em prol de um objetivo comum. O tema da reciclagem é o foco da questão, dando abertura aos alunos, através de uma prática interdisciplinar, de o explorarem da forma que mais os interessar. É neste contexto que a Literacia Estatística é desenvolvida nos/pelos alunos. Portanto, de que forma se consegue articular a matemática e as ciências naturais, tendo em vista a promoção da Literacia Estatística e da Ecoliteracia?

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

As constantes mudanças configuram uma alteração de práticas educativas que acompanhem a educação e os novos tempos, tornando assim, a escola um veículo em mutação (Souza et al., 2019). A interdisciplinaridade é uma prática já utilizada desde meados do século passado (Lima & Azevedo, 2013), no entanto, a sua aplicação é complexa, e por isso, desafiante (Lopes, 2014). É de facto, “uma valência do processo de ensino e de aprendizagem, assim como no desenvolvimento de capacidades da criança” (Costa, 2019, p. 18). Nesta prática, o docente é um mediador de conhecimentos, dando espaço à interseção entre a partilha, a cooperação e do diálogo (Campos et al., 2017). Desta forma, este estudo assenta na construção do conhecimento dos alunos, mediado pelo docente, recorrendo ao trabalho cooperativo baseado numa abordagem interdisciplinar.

### 2.1 Literacia na escola

A palavra “Literacia” tem sido alvo de discussão na definição do seu conceito ao longo dos anos. No entanto, Martins et al. (2017, p. 28) definem-na como o “processo de aquisição de competências cognitivas necessárias ao indivíduo para desenvolver a capacidade de participar na sociedade de forma crítica e reflexiva, com consciência social”. Com o desenvolvimento do conceito de “Estatística” e a constante necessidade de tratar dados estatísticos, em contexto real, foi criado o conceito de “Literacia” associado à Estatística designado por Literacia Estatística (Branco & Martins, 2002).

Murray e Gal (2002, p. 1) definem a Literacia Estatística como *“the ability to understand and critically evaluate statistical results that permeate daily life, coupled with the ability to appreciate the contributions that statistical thinking can make in public and private, professional and personal decisions”*. Já Campos et al. (2011, pp. 478-479) definem-na como as “habilidades básicas e importantes que podem ser usadas no entendimento de informações estatísticas. Essas habilidades incluem as capacidades de organizar dados, construir e apresentar tabelas e trabalhar com diferentes representações dos dados (...) também inclui um entendimento de conceitos, vocabulário e símbolos e, além disso, um entendimento de probabilidade como medida de incerteza”. Assim, tal como as Nações Unidas afirmaram em 2002, a Literacia Estatística é fundamental no desenvolvimento de competências nas crianças, jovens e adolescentes para enfrentarem os desafios futuros do quotidiano (Martins et al., 2017).

Num mundo em que é fundamental interpretar e tirar conclusões dos dados recolhidos no nosso quotidiano, é importante que os alunos entrem em contacto com esta realidade da Estatística desde a educação pré-escolar, cabendo ao educador a função de estimular o raciocínio das crianças a partir de atividades e/ou situações espontâneas (Duque et al., 2015).

A Ecoliteracia é definida como “a capacidade de os cidadãos desenvolverem um tipo de pensamento favorável à desconstrução do paradigma antropocêntrico que caracteriza as sociedades ocidentais e as suas consequências mais diretas, nomeadamente a conceção do homem como legítimo explorador do meio natural em seu proveito e a da natureza como uma inesgotável fonte de bens ao dispor de todas as necessidades e desejos humanos” (Ramos & Ramos, 2013, p. 17). Esta não abrange só conhecimentos e aptidões, também envolve comportamentos sociais éticos, respeitando o mundo e agindo em prol deste.

Quer ao nível nacional como internacional, a preservação dos recursos ambientais é uma prioridade. A crescente preocupação com as questões ambientais motivou o surgimento de medidas educativas que impulsionem melhorias ambientais imediatas, mas sobretudo a sustentabilidade a longo prazo (Duque, 2014).

Educar para a sustentabilidade depende da promoção do desenvolvimento da compreensão dos recursos naturais existentes, ou seja, da criação de vínculos com a natureza. Trata-se, portanto, de desenvolver a Ecoliteracia enquanto componente da cidadania ativa (Capra, 2007; Montaya & Russo, 2007). Potenciar a sustentabilidade de uma comunidade, de acordo com Capra (2007), implica projetar essa comunidade de forma a que a sua forma de vida quotidiana, a tecnologia e as organizações sociais ajam em cooperação pela utilização da natureza enquanto detentora do poder de sustentar a vida. Deste modo, podemos afirmar que, para construir comunidades sustentáveis é necessário compreender os princípios ecológicos básicos e viver de acordo com eles.

## **2.2 Interdisciplinaridade e Rede de Conhecimentos**

França e Itália foram os países impulsionadores da interdisciplinaridade, em meados da década de 60 (Lima & Azevedo, 2013). No fim desta época, o Brasil assenta a sua lei de Diretrizes e Bases nº 5.692/71, valorizando a importância da implementação da interdisciplinaridade, tornando-a prática habitual nas salas de aula brasileiras (Carlos, 2007). Em 1970, Piaget divulgou pela primeira vez o termo interdisciplinaridade no Seminário de Nice. Por fim, chega a Portugal este conceito, em 1994 através da Carta da Transdisciplinaridade, produzida no I Congresso Mundial de Transdisciplinaridade na Arrábida.

Ao longo dos anos, temos vindo a assistir a mudanças nas práticas de sala de aula, com o surgimento de outras alternativas ao ensino tradicional. Em Portugal, durante muitos anos, esta última foi frequente, onde a pedagogia expositiva era central (Teixeira, 2016). Em oposição surgiu a escola construtivista onde o professor deixa de ser o foco do ensino, transpondo para o aluno esse mesmo papel (Kubo & Botomé, 2005). Nela existe um diálogo professor-aluno onde o professor segue as necessidades e interesses do aluno, proporcionando aprendizagens significativas (Quintas et al., 2014).

Como já foi mencionado, a interdisciplinaridade é uma articulação dos saberes primando o desenvolvimento pessoal do aluno (Oliveira, 2019).

No 1.º Ciclo do Ensino Básico a utilização de práticas interdisciplinares é mais frequente que nos restantes Ciclos de Ensino (Oliveira, 2019). O motivo desta afirmação advém do facto de que no 1.º Ciclo do Ensino Básico as aulas sejam lecionadas em regime de monodocência, cabendo ao mesmo professor gerir o seu tempo em função da sua prática letiva. Nos Ciclos de Ensino seguintes, a pluridocência torna esta tarefa mais difícil, exigindo aos docentes um esforço acrescido tanto a nível pessoal, como profissional (Costa, 2019).

Alguns autores (e.g. Gomes, 2014; Martins et al., 2017; Oliveira, 2017), elencam potencialidades da implementação de práticas interdisciplinares como: desenvolvimento de atitudes, competências, aptidões e capacidades intelectuais; cooperação; retenção de conhecimento de forma significativa; otimização da aprendizagem de conteúdos de forma lúdica; desenvolvimento do espírito crítico; partilha de ideias; e curiosidade e motivação para a pesquisa e a promoção da criatividade.

Desta forma, a integração das várias áreas do saber deve ser aplicada em sala de aula de forma a que os alunos consigam atribuir “sentido e significado pessoal aos conteúdos, para poderem agir adequadamente e para continuarem a aprender” (SREF/DREF, 2011, citado em Dinis, 2015, p. 25).

Construir uma Rede de Conhecimentos é organizar ideias e conhecimentos que se adquirem durante a exploração de conceitos gerados a partir de um tema central (Arends, 1995). Esta é uma estratégia que proporciona aos alunos a exploração das várias áreas do saber em torno de um tema de investigação, permitindo uma visualização das relações entre os conceitos (Duque, 2014). É através dela que o aluno se percebe da necessidade de aprender. É através da curiosidade e motivação intrínseca, que surgirão questões sobre os diversos aspetos do mundo, levando a que, por autorrecriação, sinta falta de saber o porquê, o como e o quando (Martins et al., 2017).

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

Este estudo foi realizado junto de uma turma do 3.º ano de escolaridade, numa escola pública, na cidade de Coimbra. A turma era constituída por vinte e quatro alunos, com idades compreendidas entre os sete e os nove anos. Era uma turma heterogénea, com um bom nível de compreensão, apreendendo rapidamente os conteúdos lecionados. Os agregados familiares destes estavam posicionadas numa classe média/alta, proporcionando bons recursos de estudo no ambiente doméstico, bem como apresentavam uma preocupação constante em acompanhar o percurso dos seus educandos. No que se refere ao comportamento, a turma enquadrava-se num nível bastante satisfatório. Em sala de aula, a turma era disposta segundo um método de ensino tradicional/expositivo, sendo quase inexistente o trabalho em grupo. Aquando a realização de trabalhos, estes eram efetuados de forma individual e sem cooperação, verificando-se a inexistência de discussão em grupo.

O estudo teve origem num projeto de turma anual. Era da responsabilidade dos alunos a escolha do tema, produção do projeto, análise e conseqüente apresentação à comunidade escolar. Assim, com base na metodologia de trabalho projeto e sob perspetiva de uma prática interdisciplinar, foram desenvolvidas as sessões de aula. Como Campos et al. (2017) defendem, é fundamental que se criem ambientes de diálogo, partilha de ideias e cooperação. Por este motivo nas diversas sessões deste estudo, os alunos debateram temas e ideias, de forma democrática, com a finalidade de obtenção de uma decisão comumente aceite.

Embora o tema central do projeto tenha sido desenvolvido durante todo o ano letivo, as sessões de trabalho em que foram recolhidos os dados deste estudo incidiram apenas em quatro



**Figura 1** Sólidos geométricos de grandes dimensões

sessões. Como era frequente ler-se um livro no início da manhã, nesta primeira sessão foi lido o livro “Desarrumar” de Margarida Fonseca Santos (Santos, 2010). A personagem principal da história era Anabiribana que revelou que a matemática podia ser divertida, criando vários conjuntos de objetos com o objetivo de arrumar a sala da Matemática. Durante a leitura do livro, foram feitas várias interrupções onde a turma intervinha para auxiliar Anabiribana a criar conjuntos com os diferentes sólidos geométricos referidos ao longo do livro. Após esta exploração literária, foram colocados em cima da secretária da professora e autora deste artigo, três sólidos geométricos de grandes dimensões (cilindro, cone e esfera) que permitiram a análise das suas características (Figura 1). De seguida, foi projetado um vídeo “É preciso reciclar - Turma da Mônica” (Araujo & Bala, 2011), onde os alunos deduziram que os sólidos geométricos de grandes dimensões tinham as mesmas cores que os ecopontos, criando um paralelismo entre os sólidos de grandes dimensões apresentados e os ecopontos conhecidos. Devido à discussão geral da turma relativamente aos ecopontos e ao que neles podiam ser depositados, foram exploradas as características dos mesmos. Neste momento e de forma democrática, respeitando os interesses e afinidades dos alunos, foram criados quatro grupos de trabalho com vista a agrupar ideias relativas às questões apresentadas pela turma. Aproveitando os objetos presentes em sala de aula, foram distribuídos pelos grupos alguns destes objetos de modo a que os separassem de acordo com as características dos ecopontos de grandes dimensões. Foi aqui, que a turma reparou não ter abertura física na “esfera”, correspondente ao ecoponto azul, para inserir os resíduos presentes em sala. Com a necessidade de resolver a questão apresentada, a turma decidiu construir um ecoponto azul onde fosse possível colocar o papelão. Uma vez que os ecopontos presentes eram insuficientes ou inoperacionais, faltava o pilhão e o recipiente de armazenamento de óleo, conseqüentemente, a turma decidiu respeitar este padrão e seguir planificações de sólidos geométricos. Desta forma, foram abordados os conteúdos programáticos da Matemática, Português, Estudo do Meio e das Expressões em que as tarefas surgiram num ambiente de partilha onde a professora/autora foi mediadora e provocadora de questões de reflexão.

Na segunda sessão, fez-se um *refresh* da sessão anterior. Perante a dificuldade de recordar alguns momentos da mesma, foi criada uma Rede de Conhecimentos onde foram expostos todos os conceitos importantes da descoberta. Uma vez que se tratava de um tema com importância para a comunidade educativa atual e assumindo que terão conseqüências na sociedade e na

<b>Resíduos</b>	
<small>Responde às questões com uma X no quadrado correspondente. Não te esqueças: Só podes colocar uma X por questão</small>	
1. Quantas vezes por mês os resíduos produzidos em tua casa são colocados no ecoponto?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 e mais
2. Já separaste algum resíduo específico para o ecocentro?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3. Fazes a separação de resíduos em casa...	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Poucas vezes <input type="checkbox"/> Muitas vezes <input type="checkbox"/> Sempre
4. Onde fica o ecoponto mais perto de ti?	<input type="checkbox"/> Na tua rua <input type="checkbox"/> Fora da tua rua
5. Que resíduos separas mais (pode não ser em casa)?	<input type="checkbox"/> Papel <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidro <input type="checkbox"/> Pilhas

**Figura 2** Boletim de questões e respostas elaborado pelos alunos

natureza, na terceira sessão, em grande grupo, a turma decidiu o tema de projeto de turma, para esse ano letivo: a ecologia, afunilando para a reciclagem.

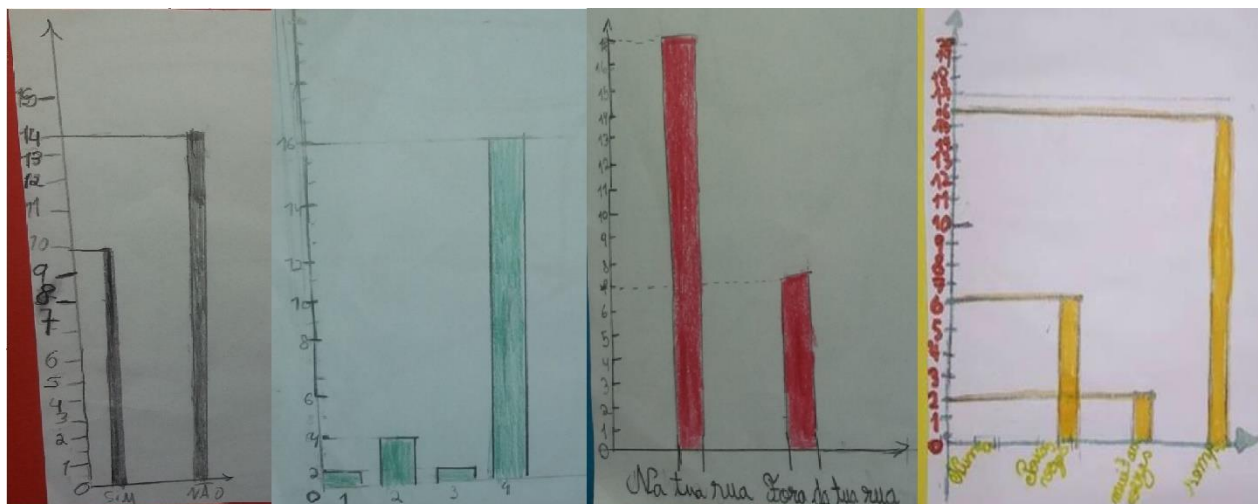
De seguida, era importante saber o que cada um conhecia, tinha dúvidas ou curiosidades relativas ao tema. Como surgiram opiniões diferentes e não se chegava a um consenso, os alunos sugeriram criar um boletim de questões onde todos respondiam de forma individual (Figura 2). Este continha as questões mais importantes provenientes do debate de ideias e as diversas respostas alternativas dadas por todos os alunos. No quadro da sala e no computador, através de uma tabela de frequências, com o auxílio da contagem *Tally Chart* foram organizados os dados

número de vezes	contagem	frequência absoluta
1	II	2
2	IIII	4
3	II	2
4 ou mais	IIII IIIII	16

**Figura 3** Exemplo de contagem *Tally Chart* numa das questões em análise

recolhidos (Figura 3). Dias (2013) e Martins e Ponte (2010) afirmam que este esquema de contagem gráfica permite identificar todas as categorias em estudo, presentes numa variável qualitativa de um determinado conjunto de dados. Já a contagem *Tally Chart* facilita a organização de dados de forma rápida, apresentando as frequências absolutas sob uma contagem do número de elementos existente em cada categoria.

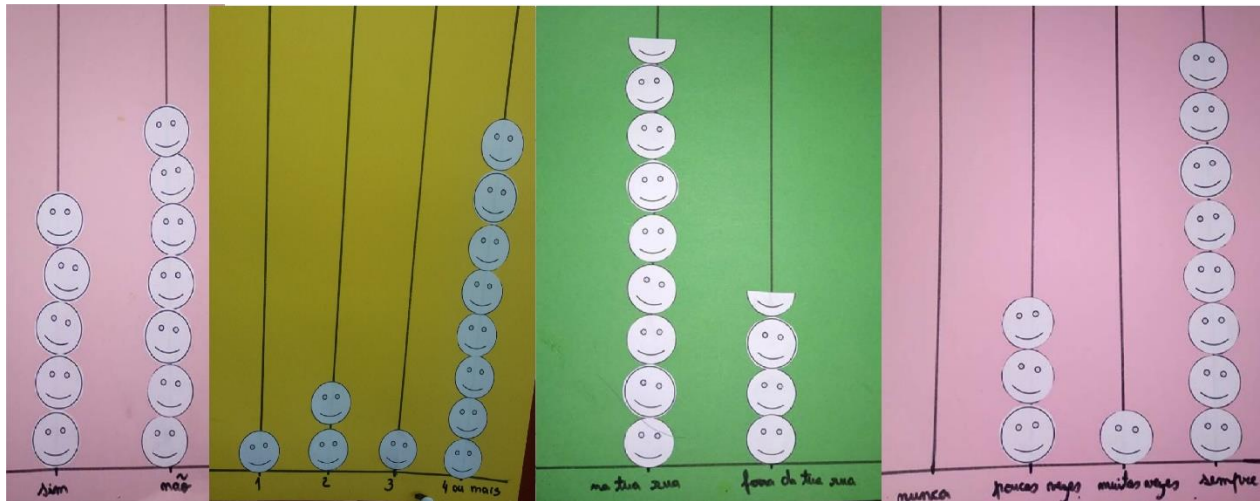
Após a contagem dos dados, ainda não era perceptível a análise das questões. Para colmatar esta dificuldade, a docente através de questões de provocação ao conhecimento adquirido dos alunos, interrogou a turma se seria possível representar os dados, facilitando a leitura dos mesmos. Assim, os alunos decidiram representar as questões sob a forma de gráficos de barras (Figura 4), tendo como objetivo, no fim da sessão, os grupos partilharem os seus gráficos com os colegas e a apresentarem os resultados obtidos colocando a informação na Rede de Conhecimentos.



**Figura 4** Gráficos de barras elaborados pelos alunos

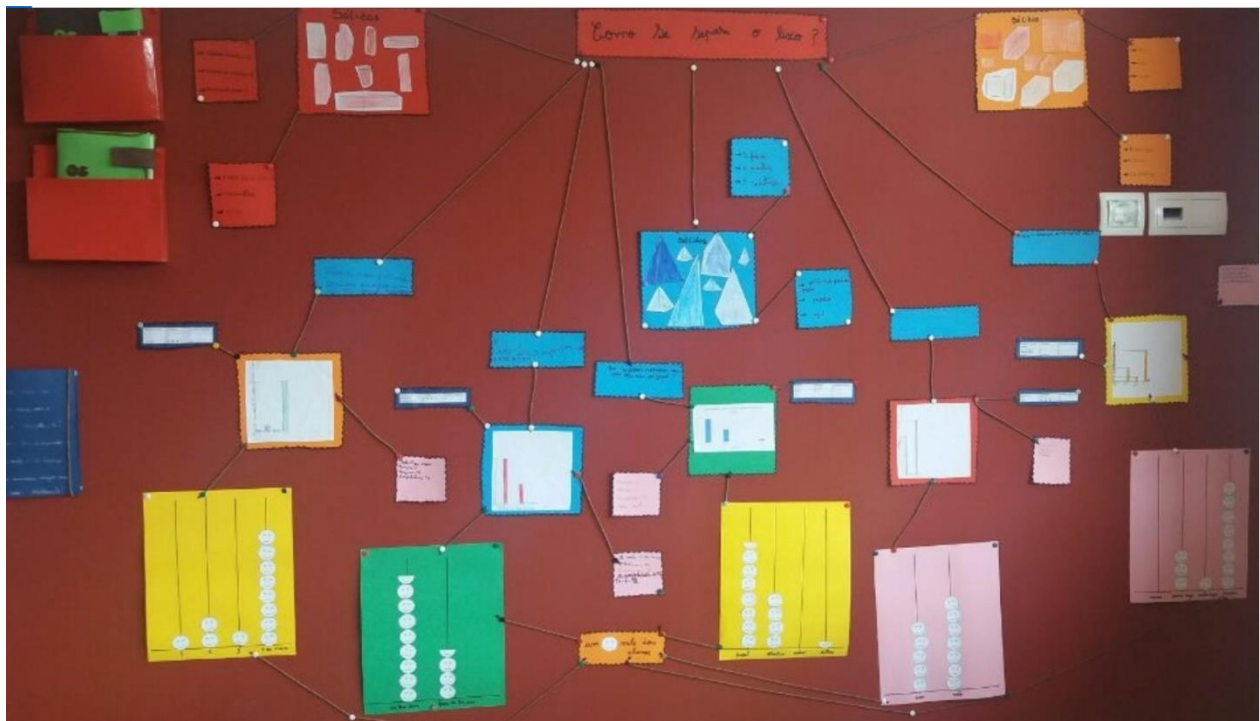


Na última sessão, após fazer uma atualização do ponto de situação relativo à Rede de Conhecimentos, a professora/autora voltou a questionar os alunos se havia outra forma de representar os dados. Foi assim, que de forma unânime, surgiu a construção de pictogramas (Figura 5). Por fim, com a Rede de Conhecimentos terminada (Figura 6), foi feita uma análise



**Figura 5** Pictogramas elaborados pelos alunos

global, onde os alunos faziam a leitura das conclusões retiradas daquela grande exploração. Os alunos iam acrescentando ideias ao trabalho realizado, dando indicações de projetos futuros, bem como fazendo afirmações da análise dos dados presentes na Rede de Conhecimentos. De forma democrática iam debatendo o modo como seria divulgado o projeto final, como podiam publicar o que tinham aprendido e como chegaram às conclusões. Foi neste momento que escolheram a construção de um vídeo gravado pelos alunos em sala de aula, com guião por eles escrito, bem como a escolha do cenário.

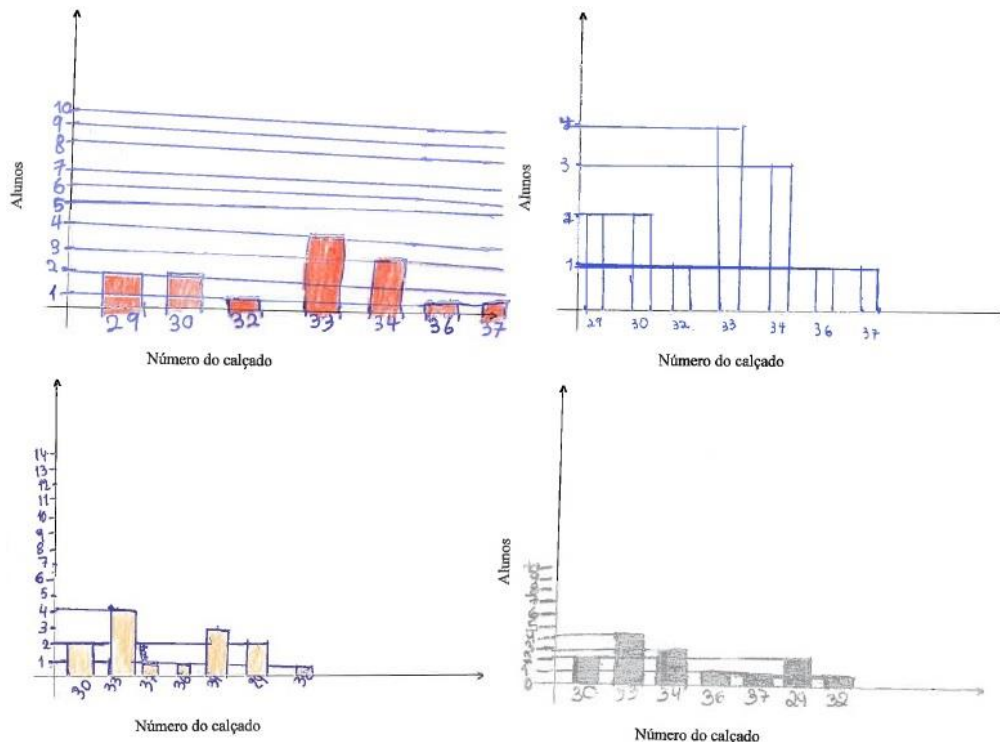


**Figura 6** Rede de Conhecimentos construída pelos alunos

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

Cada vez mais, é importante o ato de refletir, pensar sobre o que se faz e como se faz (Oliveira, 2019). Entender o ensino como reflexivo é compreender que a ação vai mais além do que agir, que está presente em todas as fases da prática: antes, durante e depois. Para Vieira (2017) a prática reflexiva pode dividir-se em três partes: reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a reflexão na ação. Este estudo foi planejado tendo em conta estes tramites. Assim, todas as sessões foram planejadas após o decorrer da ação anterior, assumindo que a planificação em curso pudesse ser alterada mediante o interesse dos alunos. No fim de cada sessão, a professora/autora refletia a sua prática, auto avaliando-se, e analisava os pontos positivos e os pontos a melhorar, tentando na sessão seguinte colmatar falhas anteriores ou até alterar radicalmente a abordagem usada, sempre em prol de uma prática flexível (Freire, 2012). Tal como Muraro (2017) afirma, o professor toma decisões conscientes tendo gosto pela aprendizagem dos alunos fixando-se na investigação durante o ensino e a aprendizagem.

No estudo apresentado houve três fases de avaliação dos alunos: antes, durante e após o projeto. Antes de ser iniciado o projeto foi feita uma análise do desenvolvimento da Literacia Estatística dos alunos, através de uma folha de exploração. Nesta fase os alunos revelaram dificuldades na construção de gráficos de barras e pictogramas, bem como na interpretação dos dados neles contidos. Durante o decorrer do projeto foram avaliadas as capacidades de trabalho em equipa, de entreajuda, de respeito pelo outro, de autonomia, também se observaram os conhecimentos dos alunos relativos às questões ecológicas. Daqui concluiu-se que inicialmente, os alunos não eram autónomos, dependendo do professor para a resolução de questões em grupo; não cooperavam, apenas dividiam o trabalho e juntavam ao do grupo, sem qualquer debate de ideias e partilha de raciocínio; não respeitavam a opinião do outro, interrompendo os colegas; relativamente às questões ecológicas, tinham ideias base, como por exemplo, da



**Figura 7** Gráficos construídos pelos alunos deste estudo na fase final

existência de ecopontos, no entanto, baralhavam a separação dos lixos. Ainda durante o decorrer do projeto os alunos começaram a alterar comportamentos e atitudes, apercebendo-se que o trabalho de grupo era proveitoso para todos, partilhando ideias e debatendo temas de forma cordial. Após a divulgação do projeto, foi realizada uma nova folha de exploração, nos mesmos trâmites que a primeira onde houve evidências de melhoras na compreensão da Literacia Estatística, com construções gráficas mais coerentes (Figura 7), e respostas de interpretação mais desenvolvidas e acertadas. Com a conclusão do projeto, o tema da reciclagem foi divulgado de forma clara, revelando à comunidade escolar tudo o que foi aprendido na sua construção. As questões gerais de ecologia foram mediadas seguindo os interesses dos alunos, procurando dar resposta a todas.

Em futuros projetos interdisciplinares, onde o aluno gere a sua aprendizagem, há que ter em conta o que se vai analisar, cabendo ao professor o dever de ser um observador atento a tudo o que sucede durante a construção do projeto. Só desta forma se consegue verificar alterações de aprendizagem de forma contínua, que prime pelo desenvolvimento dos alunos em todos os aspetos (Martins & Menezes, 2017).

## **5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES**

Após a apresentação deste estudo tornou-se evidente que a prática interdisciplinar potencia o desenvolvimento da Literacia Estatística e da Ecoliteracia.

Uma prática interdisciplinar além de desenvolver competências pessoais e sociais (Arends, 1995), exige do professor uma adaptação das características do ensino tradicional. Um professor que se afirme interdisciplinar tem que encarar a mudança como um desafio e uma procura constante de fazer mais e melhor, sob uma perspetiva de reciprocidade onde o diálogo é o mediador dos interesses comuns entre pares (Silva & Fazenda, 2018).

A interdisciplinaridade é uma articulação de várias áreas do saber que desenvolve temáticas distintas com o objetivo de dar resposta a uma questão-problema em contexto real, dando significado às aprendizagens (Carlos, 2007). Assim, neste estudo foram desenvolvidos conhecimentos nas áreas das ciências naturais e da matemática, mais propriamente desenvolvida a Literacia Estatística e Ecoliteracia.

Estando a Literacia Estatística diretamente relacionada com os números relativamente ao contexto em que se inserem (contexto real), e por isso, sendo fundamental desenvolver o pensamento estatístico utilizado para a resolução de problemas do quotidiano dos alunos (Lopes & Fernandes, 2014) é importante que esta seja desenvolvida durante uma prática de sala de aula que permita o diálogo e a cooperação na resolução de questões.

Não só a Literacia Estatística deve estar presente no desenvolvimento dos alunos, também a ecologia deve ser tema de realce nas pré-escolas e escolas. Desde cedo, os alunos devem estar em contacto com a natureza (Capra, 2007), percebendo assim as atitudes a tomar em prol da sua preservação. É igualmente importante que os educadores/professores promovam atividades onde os alunos partilhem ideias relativas à ecologia e através delas se desenvolvam conhecimentos e capacidades envolvendo a educação ambiental (Duque, 2014). Este estudo veio revelar que a Ecoliteracia é cada vez mais importante num mundo onde o desperdício é constante. Encontrar forma de proteger o ambiente e torná-lo mais sustentável é urgente.

Durante a fase de construção do projeto de turma, os alunos debateram o tema da reciclagem mostrando algum desconhecimento do tema, na sua forma global. Perceber o que os rodeia e a forma como as suas atitudes prejudicam o meio ambiente foi fundamental para que a turma autonomamente sugerisse a construção de mais ecopontos para fazer face ao grande espaço escolar (interior e exterior). Também foi dado mais valor aos “guardas verdes”, o par de alunos rotativo que vigia o recreio, nos intervalos escolares, vendo quem não cumpre as regras de separação do lixo.

Ao implementar estratégias didáticas em contextos interdisciplinares e, conseqüentemente, promover a Literacia Estatística e a Ecoliteracia, deparamo-nos com dificuldades associadas a vários aspetos: a natureza disciplinar da escola, uma vez que cada disciplina se encontra compartimentada; a necessidade da escola acompanhar o progresso de investigação nas diversas áreas; a organização deficiente da escola, uma vez que os horários estão estipulados e os espaços de lecionação resumem-se à sala de aula e com a organização curricular (Pombo, 2005).

Refletindo sobre o estudo desenvolvido, reconhecemos que há ainda um longo caminho a percorrer, tanto na mudança de mentalidades relativas ao conceito de escola, como às práticas nelas aplicadas. Cabe a cada professor observar a turma e encontrar a melhor forma de articular o currículo com o desenvolvimento de capacidades fundamentais aos alunos para a vida em sociedade, em contexto real.

## AGRADECIMENTOS

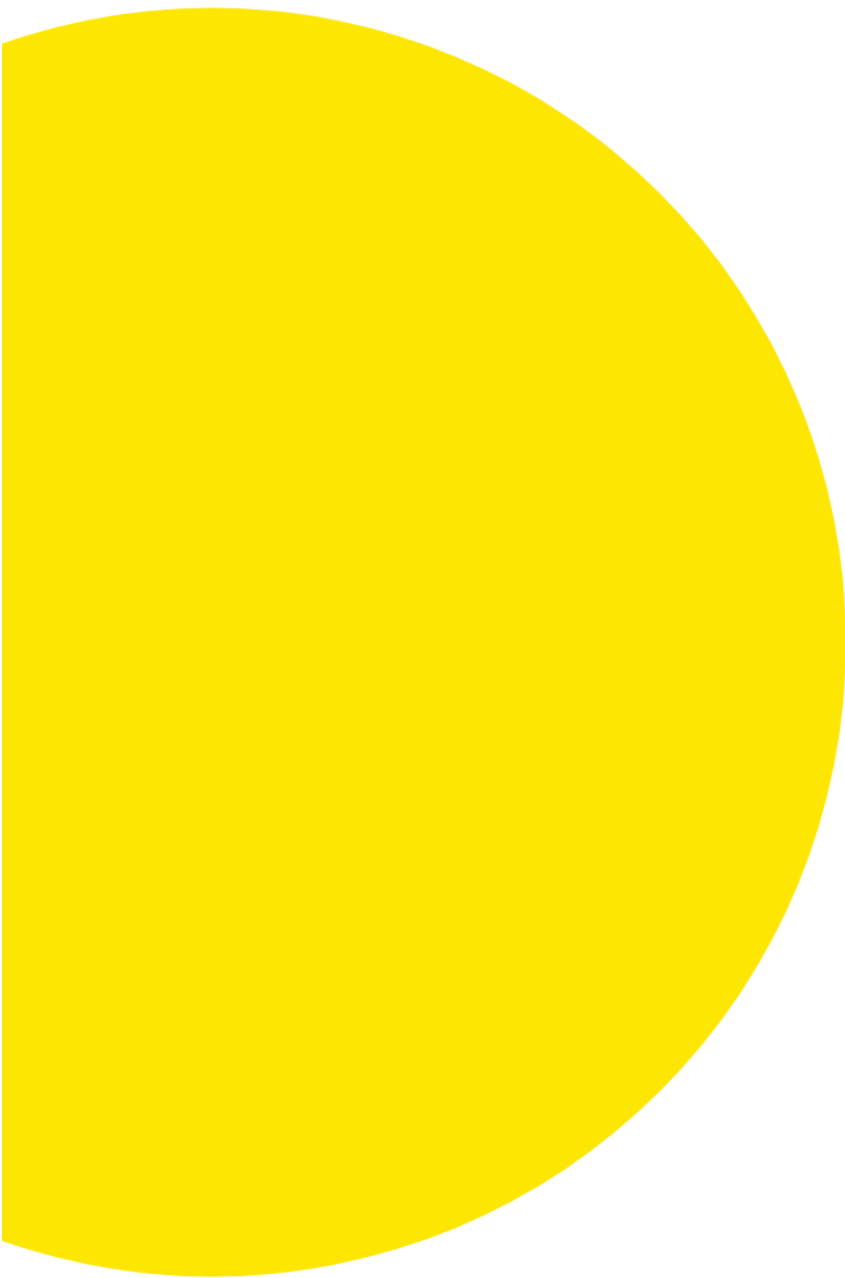
Ao Instituto de Telecomunicações que financiou parcialmente este trabalho pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/EEA/50008/2020.

## REFERÊNCIAS

- Araujo, M., & Bala, R. (2011, outubro 8). É preciso reciclar – Turma da Mônica [Vídeo]. YouTube. [https://youtu.be/NgV70\\_fJsD8](https://youtu.be/NgV70_fJsD8)
- Arends, R. (1995). Aprendizagem cooperativa. In R. I. Arends (Ed.), *Aprender a Ensinar* (1nd ed., pp. 311-373). McGraw-Hill.
- Branco, J., & Martins, M. E. G. (2002). Literacia estatística. *Educação e Matemática*, 69, 9-13.
- Campos, C., Ferreira, D., Jacobini, O., & Wodewotzki, M. (2011). Educação Estatística no Contexto da Educação Crítica. *Bolema*, 24(39), 473-494. <http://hdl.handle.net/11449/72582>
- Campos, H., Costa, B., & Catarino, P. (2017). Matemática e música: uma proposta interdisciplinar no 1.º ciclo do ensino básico. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, G. Santos, M. Cardoso, J. Sousa, E. Silva, & C. Teixeira (Eds.), *II INCTE, Encontro Internacional de Formação na Docência* (pp. 339-346). Bragança. <http://hdl.handle.net/10198/4960>
- Capra, F. (2007). Sustainable Living, Ecological Literacy, and the Breath of Life. *Canadian Journal of Environmental Education*, 12(1), 9-18. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ842778.pdf>
- Carlos, J. G. (2007). *Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da UNB. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2961>

- Costa, C. M. (2016). *O papel do design na transformação de desperdícios têxteis em matéria-prima* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/87590>
- Costa, S. L. N. (2019). *Promoção da literacia estatística em contextos interdisciplinares: uma experiência de ensino no 3.º ano de escolaridade* [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/31112>
- Dias, I. (2013). *Elementos de Estatística e Probabilidades I*. Repositório da Universidade de Évora. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10643/1/Elementos%20de%20Estat%C3%ADstica%20e%20Probabilidades%20I.pdf>
- Dinis, R. (2015). Integração Curricular e Interdisciplinaridade: o Papel das Escolas e dos Professores. In A. P. Garrão, M. R. Dias, & R. C. Teixeira (Eds.). *Investigar Em Educação Matemática: Diálogos e Conjunções numa Perspectiva Interdisciplinar* (pp. 19-31).
- Duque, I. (2014). *Ambiente democrático em educação* [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/12707>
- Duque, I., Martins, F., Coelho, A., & Vale, V. (2015). Representações estatísticas em educação pré-escolar: um passo para a participação social. In M. V. Pires, R. T. Ferreira, A. Domingos, C. Martins, H. Matinho, I. Vale, N. Amado, S. Carreira, T. Pimentel, & L. Santos (Eds.), *EIEM 2015, Encontro de Investigação em Educação Matemática* (pp. 209-223). Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática [SPIEM]. <https://www.it.pt/Publications/PaperJournal/17634>
- Ferreira, F. C. S. (2019). *Práticas para a cidadania ativa e ambientalmente consciente: um estudo sobre prevenção, redução, reutilização, separação e reciclagem de resíduos em Sines* [Relatório de Mestrado, Universidade Aberta]. Repositório Aberto. <http://hdl.handle.net/10400.2/8427>
- Freire, P., & Macedo, D. (2011). *Alfabetização: Leitura do mundo, leitura da palavra*. Paz e Terra.
- Freire, P. (2012). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Gomes, C. (2014). "A rua onde eu moro...": Um projeto interdisciplinar no 1.º Ciclo do Ensino Básico [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Setúbal]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/7791>
- Kubo, O., & Botomé, S. (2005, dezembro). Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. *Interações em Psicologia*, 5. <http://dx.doi.org/10.5380/psi.v5i1.3321>
- Lima, A., & Azevedo, C. (2013). A interdisciplinaridade no Brasil e o ensino de história: um diálogo possível. *Educação e Linguagens*, 2(3), 128-150. [https://gestao-e-diversidade-na-escola.webnode.com/\\_files/200000085-4dea74ee1f/Texto01%20-%20leT.pdf](https://gestao-e-diversidade-na-escola.webnode.com/_files/200000085-4dea74ee1f/Texto01%20-%20leT.pdf)
- Lopes, A. S. B. (2014). *A interdisciplinaridade como estratégia de ensino e aprendizagem no 1.º CEB* [Relatório de Estágio Mestrado, Escola Superior de Educação de Lisboa]. Repositório científico. <http://hdl.handle.net/10400.21/4267>
- Lopes, P., & Fernandes, E. (2014). Literacia, Raciocínio e Pensamento estatístico com Robots. *Quadrante*, 23 (2), 70-93. <https://quadrante.apm.pt/index.php/quadrante/article/view/457/397>
- Martins, M., & Ponte, J. (2010). *Organização e Tratamento de Dados*. Ministério da Educação e Ciência [MEC]. [https://mat.absolutamente.net/joomla/images/recursos/documentos\\_curriculares/3ciclo/otd.pdf](https://mat.absolutamente.net/joomla/images/recursos/documentos_curriculares/3ciclo/otd.pdf)
- Martins, D. C., & Menezes, D. C. (2017). Avaliação: notas e métodos de avaliação nas séries iniciais do ensino fundamental. *Diversa Prática*, 4(1), 71-89. file:///C:/Users/sofia/Downloads/48715-Texto%20do%20artigo-201730-1-10-20190527.pdf
- Martins, F., Duque, I., Pinho, L., Coelho, A., & Vale, V. (2017). *Educação Pré-Escolar e Literacia Estatística: a criança como investigadora*. Psicosoma.
- Montaya, C., & Russo, R. O. (2007). Eco-alfabetización: una herramienta de Educación Ambiental. *Comunicación*, 16 (2), 83-85. <https://doi.org/10.18845/rc.v16i2.923>

- Montenegro, C. M. (2017). *O vídeo e o blog como ferramentas para ajudar os alunos do nono ano do ensino fundamental na interpretação de gráficos* [Curso de Especialização da Universidade Federal de Santa Maria]. Repositório Digital da UFSM. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/12277>
- Muraro, D. N. (2017). A prática reflexiva e professor em formação. *Filosofia e Educação*, 9(2), 48-70. <https://pdfs.semanticscholar.org/6a85/a9fe74f89505c69d02a45aee5d71e5477ac5.pdf>
- Murray, S., & Gal, I. (2002). Preparing for diversity in statistics literacy: institutional and educational implications. In B. Philips (Ed.), *International Conference on Teaching Statistics 6* [ICOTS 6] (pp. 1-8). International Statistical Institute. [https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/02\\_mu.pdf](https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/02_mu.pdf)
- Oliveira, J. M. R. (2017). *Interdisciplinaridade como Estratégia de Ensino-Aprendizagem no 1º CEB e em Português e História e Geografia de Portugal no 2º CEB* [Relatório de Estágio de Mestrado, Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti]. Repositório ESEPF. <http://hdl.handle.net/20.500.11796/2491>
- Oliveira, S. (2019). *Da interdisciplinaridade à ampliação vocabular: estratégias para a compreensão do texto poético* [Relatório de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/29280>
- Perin, A. P., & Wodewotzki, M. L. L. (2019). Contribuições da Modelagem Matemática para o desenvolvimento da Literacia Estatística: Uma experiência em um curso superior tecnológico. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 14, 1-20. <http://doi.org/105007/1981-1322.2019.e62926>
- Pombo, O. (2005). Interdisciplinaridade e integração dos saberes. *Liinc em Revista*, 1(1), 3 -15. <https://doi.org/10.18617/liinc.v1i1.186>
- Quintas, P. S., Fonseca, L., & Nascimento, M. M. (2014). Estatística e Cidadania: Conexões no 6.º ano de escolaridade. In M. H. Martinho, R. A. T. Ferreira, A. M. Boavida, & L. Menezes (Eds.), *XXV Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 389–408). Associação de Professores de Matemática [APM]. <http://hdl.handle.net/1822/29499>
- Ramos, A. M., & Ramos, R. (2013). Ecoliteracia e literatura para a infância: quando a relação com o ambiente toma conta dos livros. *Solta Palavra*, 19, 17-24. <http://hdl.handle.net/1822/23877>
- Santos, M. F. (2010). *Desarrumar*. Edições Gailivro.
- Silva, A. L. G. & Fazenda, I. C. A. (2018). Interdisciplinaridade na formação de professores: aspectos da arte na cultura indígena terena. *Revista Diálogos Interdisciplinares-GEPIF*, 1(5), 113-122. <https://periodicos.ufms.br/index.php/deaint/article/view/7356>
- Souza, F., Melo, I., Coelho, M. J., & Quadros-Flores, P. (2019). Novo olhar sobre a prática educativa no 1º. Ciclo do Ensino Básico: “Do real ao virtual”. *Sensos-e*, 6(2). <https://doi.org/10.34630/sensos-e.v6i2.3482>
- Teixeira, R. (2016). *Promoção da Interdisciplinaridade na Aprendizagem das Crianças da Educação Pré-Escolar e do 1.º Ciclo do Ensino Básico através do Uso de Materiais Didáticos* [Relatório de Estágio de Mestrado, Universidade dos Açores]. Repositório da Universidade dos Açores. <http://hdl.handle.net/10400.3/4454>
- Vieira, F. (2017). Formação pós-graduada de professores: construindo uma pedagogia da experiência, rumo a uma educação mais democrática. *Educar em Revista*, 63, 85-101. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.49139>



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

**S3**

—

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

# S3

Nesta secção serão apresentados ensaios por autores convidados, nos quais procurar-se-á articular práticas e inovações educativas com a investigação em duas fases: 1) resenha sobre o tema, 2) "diálogo" entre os autores.

---

In this section will be presented essays by invited authors that articulate educational practices and innovations with research in two phases: 1) subject review; 2) "dialogue" between the authors.

---

En esta sección se presentarán ensayos de autores invitados, que articularán las prácticas e innovaciones educativas con la investigación en dos fases: 1) revisión del tema; 2) "diálogo" entre los autores.



# S3

Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia - **fase 1**

---

Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education - **phase 1**

*Section 3: Articulation between Research & Practice in Science, Mathematics and Technology Education (phase 1)*

*Secção 3: Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (fase 1)*

## EDUCACIÓN EN CIENCIAS Y JUSTICIA SOCIAL EN TIEMPOS DE EMERGENCIA CLIMÁTICA

SCIENCE EDUCATION AND SOCIAL JUSTICE IN TIMES OF CLIMATIC EMERGENCY

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E DE JUSTIÇA SOCIAL EM TEMPOS DE EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

**Yonier Alexander Orozco Marín**

Colegio Bilingüe Reino Unido, Bogotá, Colombia

apmusicomano@gmail.com

**RESUMEN** | En este texto abordo la importancia de trabajar como profesores, desde nuestras clases de ciencias naturales, los asuntos de la emergencia climática ligado a los asuntos de la justicia social, reconociendo el origen conjunto y la relación directa de estos dos problemas. Inicialmente destaco la importancia de promover en nuestros estudiantes la formación de competencias científicas junto a la formación de un pensamiento político crítico delante de la realidad social, como desafíos de la emergencia climática actual. Posteriormente, presento un ejemplo de experiencia didáctica movilizandolos dos elementos de manera conjunta, colocando algunos puntos como agenda para profesores de ciencias desde nuestras clases, como la necesidad del diálogo intercultural y la articulación coherente en nuestras prácticas de elementos políticos, epistemológicos, pedagógicos, científicos y didácticos.

**PALABRAS CLAVE:** Educación científica, Educación multicultural, Instrucción ética, Pensamiento crítico.

**ABSTRACT** | In this text I address the importance of working, as teachers, from our natural science classes, the issues of climate emergency linked to social justice issues, recognizing the joint origin and direct relationship of these two problems. Initially, I emphasize the importance of promoting in our students the development of scientific competencies along with the development of critical political thinking in the face of social reality, as challenges of the current climate emergency. Later, I present an example of an educational practice that mobilizes these two elements together, highlighting some points for an agenda for science teachers from our classes, such as the need for intercultural dialogue and the coherent articulation in our practices of political, epistemological, pedagogical, scientific and didactic elements.

**KEYWORDS:** Critical thinking, Ethical instruction, Multicultural education, Science education.

**RESUMO** | Neste texto, discuto a importância de, enquanto professores, trabalharmos, nas nossas aulas de ciências naturais, as questões da emergência climática, a par das questões de justiça social, reconhecendo a origem conjunta e a relação direta desses dois problemas. Inicialmente, enfatizo a importância de promover nos nossos alunos o desenvolvimento de competências científicas, juntamente com a formação de um pensamento político crítico perante a realidade social, como desafios da atual emergência climática. Posteriormente, apresento um exemplo de experiência didática mobilizando esses dois elementos, colocando alguns pontos como uma agenda para professores de ciências e suas turmas, como a necessidade de diálogo intercultural e a articulação coerente, nas nossas práticas, de elementos políticos, epistemológicos, pedagógicos, científico e educacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação científica, Formação ética, Interculturalidade, Pensamento crítico.

## 1. INTRODUCCIÓN

En 2019, un grupo internacional de científicos(as) presentó un documento en el cual destacan una serie de datos colectados en los últimos años que sirven como evidencia innegable del cambio climático acelerado por la acción antrópica en el planeta (Ripple et al., 2019). Los autores(as) del documento destacan que actualmente vivimos una emergencia climática que levanta la necesidad de adaptarnos a ese cambio y mitigar su impacto, cuidando al mismo tiempo del respeto por la diversidad de los seres humanos. Sugiriendo la importancia de una profunda transformación global en la forma que nuestras sociedades interactúan con los ecosistemas naturales y del papel de la educación en esa transformación. Esta afirmación no debe ser interpretada como que la responsabilidad por esta transformación sea exclusiva de las acciones educativas, negando las responsabilidades de instancias políticas, económicas y socio-culturales.

En mi experiencia como profesor, he sentido que muchas veces desde la educación científica separamos los asuntos sociales de los asuntos ambientales. Generamos prácticas en sala de aula que se preocupan, por ejemplo, en educar para la separación de residuos, o en una sana nutrición con alimentos derivados de la producción orgánica (temas que a simple vista pueden transmitir una apariencia de diálogo entre ciencia y sociedad). Pero no problematizamos otros asuntos inherentes a estos, como la desigualdad de renta que ocasiona que algunos grupos sociales consuman demasiado, mientras que la gran mayoría no tiene acceso a lo más básico. O los intereses económicos sobre la producción de alimentos, que ocasiona que algunas y algunos tengan el privilegio de seleccionar cuidadosamente los alimentos que consumen, mientras que otros se deben conformar con lo más barato que consigan. Es decir, promovemos prácticas de enseñanza de las ciencias descontextualizadas de realidades de injusticia social.

Estos elementos llaman mi atención porque la mayoría de mis estudiantes viven en territorios marcados por la desigualdad social y en situaciones de vulneración de derechos. Aspecto que me ha hecho cuestionar ¿Cuál es el papel de la educación científica y tecnológica ante la situación de emergencia climática global? ¿Cómo problematizar estos temas en clases produciendo un diálogo efectivo entre la mitigación del cambio climático y la reducción de la desigualdad social? El objetivo de este escrito es abordar estos aspectos desde mi realidad como profesor de ciencias de niños(as) y jóvenes.

## 2. FUNDAMENTOS Y CONTEXTOS

Los(as) profesores(as) de ciencias cada vez entendemos más la importancia de superar la enseñanza centrada únicamente en los contenidos como fin del proceso educativo, para promover prácticas educativas preocupadas por la formación y ejercicio de la ciudadanía. Cañal (2004) menciona que en la enseñanza de las ciencias se debe promover que el estudiante comprenda, se posicione y formule soluciones para problemáticas socio-ambientales en las que los contenidos científicos estén involucrados. Otros(as) autores(as) como Ribeiro, Sanchez y Cassiani (2019) proponen que la educación científica debe promover discusiones profundas sobre cuáles son las personas y comunidades que históricamente y actualmente sufren en la piel las consecuencias más nefastas de las crisis ambientales.

Mi práctica como profesor de ciencias, así como la de otros(as) profesores(as) que trabajan en contextos de desigualdad social profunda (que en lo general coinciden con zonas

vulnerables a transformaciones por la emergencia climática: Inundaciones, incendios forestales, cambios climáticos bruscos), se orienta por la necesidad de promover prácticas de enseñanza de las ciencias que atiendan las demandas educativas que nos propone la emergencia climática global, pero también, la problematización de la desigualdad social. Es decir, una enseñanza de las ciencias que no únicamente atienda a los “síntomas” de ambos problemas (separación de residuos, reducción de uso de aerosoles, alimentación orgánica, siembra de árboles, Etc.) sino que también problematice sus raíces históricas y económicas (modo de producción capitalista, relaciones coloniales en la posesión de tierras y distribución de materia prima, el genocidio a los pueblos indígenas y afro que sostienen otras formas de relación con los ecosistemas). Promovemos además de la formación de competencias científicas y ciudadanas en nuestras(os) estudiantes, también una formación política crítica en relación a las desigualdades locales y globales.

Esto nos lleva, en palabras de Gonzales (2010) a “saltar la valla de la escuela” para construir propuestas curriculares promoviendo diálogos entre nuestros(as) estudiantes y otros actores del territorio. Definiendo problemáticas locales reales (con componentes científicos, sociales y políticos) en dinámicas globales, sobre los cuales construimos procesos de investigación comunitarios basados en el diálogo de saberes. Estos procesos nos obligan a construir puentes de diálogo intercultural donde además del conocimiento científico occidental, saberes populares, ancestrales y comunitarios se encuentran y contribuyen en la proposición de intervenciones ambientales concretas de manera colectiva, y la problematización de las desigualdades sociales.

Como ejemplo de estas prácticas puedo resaltar un proceso de enseñanza de ciencias naturales (Orozco, 2015) con niños(as) con edades entre los 9 y 14 años en un contexto rural colombiano afectado por la pérdida de fuentes de agua debido a intervenciones locales y globales como los incendios forestales, la disminución de la fauna y flora nativa, y el aumento de temperatura en las últimas décadas. A partir de esta problemática se tejieron una serie de estrategias didácticas para reconocer las ideas previas de las(os) estudiantes sobre el territorio y su biodiversidad. Proceso que llevó a la necesidad de establecer diálogos con otros actores, como un zoológico presente en la zona, una comunidad indígena del territorio, los campesinos y algunos actores políticos para dialogar con las expectativas de las(os) estudiantes y obtener informaciones de diversas fuentes para entender mejor las posibles soluciones a la problemática de pérdida de fuentes de agua en el territorio.

De este proceso se derivó la formación de competencias científicas de investigación en las(os) estudiantes, reflejadas en la argumentación sobre un proceso de restauración en montañas del territorio con plantas nativas de interés ecológico y cultural, y en la elaboración de un semillero de plantas nativas. Pero también, en la problematización explícita de la vulnerabilidad a la que están expuestos(as) ellos(as) y sus familias por los intereses de multinacionales sobre el territorio para el crecimiento urbano, el racismo institucional y el abandono estatal que les mantiene en vulnerabilidad económica.

### **3. PROPUESTA DE AGENDA PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA**

La idea hasta aquí defendida de que profesores(as) debemos y podemos generar prácticas de enseñanza que integren de manera explícita la formación ciudadana para tomar medidas de mitigación del cambio climático y la disminución de la desigualdad social no desentona con las

propuestas de las comunidades científicas y las entidades internacionales. Los(as) mismos(as) autores(as) que generaron el documento mostrando evidencias de la emergencia climática global (Ripple et al., 2019), señalan como vías de solución la restauración de ecosistemas, utilizar energías renovables y las emisiones de contaminantes de vida corta, estabilizar el crecimiento poblacional, repensar las fuentes de alimentos y los modelos económicos. Igualmente, los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Asamblea General de Naciones Unidas (2015) proponen que es indispensable erradicar la pobreza en todas sus formas, poner fin al hambre, promover la agricultura sostenible, garantizar una educación inclusiva y equitativa, la igualdad entre géneros, la disponibilidad de agua para todos, el empleo digno, reducir la desigualdad entre países y dentro de los países, entre otros objetivos.

Todos estos aspectos están íntimamente relacionados con formar ciudadanos(as) conscientes de la necesidad de transformar profundamente la sociedad y sus desigualdades con algunos grupos humanos y con la naturaleza. Es decir, la educación en ciencias no es neutra, ni está desprovista de una finalidad política. No podemos pensar la educación en ciencias únicamente desde los aspectos didácticos y epistemológicos, mas también desde proyectos políticos mayores. De esta manera, algunas metas que nos podemos proponer los(as) profesores(as) de ciencias desde nuestras prácticas en sala de aula y los territorios son:

- Contextualizar los conceptos que enseñamos a problemáticas concretas en los territorios de las escuelas. No únicamente con la finalidad de extraer de estas situaciones los conceptos o temas de las ciencias que estén relacionados, y si, para articular los conocimientos científicos con otros conocimientos, pensando en la mitigación del impacto del cambio climático a nivel local, y la reducción de la desigualdad social.

- Formarnos continuamente, y exigir también que la formación inicial de profesores(as) de ciencias aborde aspectos de la interculturalidad, el diálogo de diversos saberes y la justicia epistémica. Favoreciendo que estemos mejor preparados(as) para promover prácticas de enseñanza que construyan puentes y no barreras entre diversos actores, culturas y saberes, para pensar juntos acciones de intervención en los territorios de las escuelas. En palabras de Escobar (2016), una educación donde quepan varios mundos.

- Un gran desafío que nos coloca la emergencia climática global a los(as) docentes de ciencias es articular en nuestras prácticas elementos políticos, epistemológicos, pedagógicos, científicos y didácticos de manera coherente. Las propuestas de investigación escolar (García y García, 1997) como enfoque de enseñanza pueden presentarse como herramientas útiles para materializar estas articulaciones.

#### **4. DISCUSIÓN E IMPLICACIONES**

El cambio climático y la desigualdad social son dos manifestaciones inevitables del modelo económico globalizado y acelerado por el desarrollo tecnológico. Pensar en prácticas de educación científica y tecnológica para adaptarse y mitigar el impacto de esta emergencia climática no puede ser un proceso separado de prácticas educativas enmarcadas en proyectos políticos para reducir la desigualdad social.

Esta intersección sugiere la necesidad de sobrepasar la mirada de formación del individuo desde nuestras prácticas docentes en sala de aula. Es decir, más que formar individuos

capacitados, competentes o hábiles para desempeñarse en este mundo, debemos pensar que en sala de aula estamos contribuyendo a la formación de procesos comunitarios y colectivos para construir redes e intervenciones concretas sobre el territorio. La emergencia del cambio climático y de la desigualdad social cada vez más creciente nos coloca el desafío de pensar las prácticas educativas de las ciencias y la tecnología, más como procesos comunitarios que como procesos formativos individuales. Siendo necesario el diálogo intercultural entre diversos actores y saberes, la reformulación de currículos centrados exclusivamente en contenidos y/o competencias individuales, y las formas de evaluación en pequeña y gran escala.

## REFERENCIAS

- Cañal, P. (2004). La enseñanza de la Biología ¿Cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla? *Revista Alambique*, 41, 27- 41.
- Escobar, A. (2016). Territorios de diferencia: la ontología política de los «derechos al territorio». In Gruner, S., Blandón, M., Gómez, J., Mina, C. (Eds.), *Des/dibujando el país/aje* (pp. 91-108). Medellín, Colombia: Ediciones poder negro.
- García, J., & García, F. (1997). *Aprender investigando: Una propuesta basada en la investigación*. Sevilla, España: Diada.
- González, M. (2010). *Saltar la valla de la escuela para asomarse a la biodiversidad*. Centro de investigación para la paz (CIP-ecosocial). [https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/Dossier\\_El\\_papel\\_de\\_la\\_biodiversidad.pdf](https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/Dossier_El_papel_de_la_biodiversidad.pdf)
- Orozco, Y. (2015). *Aprendiendo sobre la biodiversidad en el territorio y transformando prácticas docentes: Una experiencia didáctica a través de la Investigación escolar y los Escenarios vivos de Aprendizaje (EVA)*. Trabajo de conclusión de curso. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Ribeiro, S., Sanchez, C., & Cassiani, S. (2019) Encontros com Maria Nova e os desencantos com o racismo ambiental. In Cassiani, S., & Linsingen, I. (Orgs.), *Resistir, (Re) existir e (Re) Inventar a educação científica e tecnológica* (pp. 387-400). Florianópolis, Brasil: Núcleo de publicações. <https://dicite.paginas.ufsc.br/>
- Ripple, W., Wolf, C., Newsome, T., Barnard, P., & Moomaw, W. (2019). World scientists' warning of a climate emergency. *Bioscience*, 70(1), 5-12. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz152>

*Section 3: Articulation between Research & Practice in Science, Mathematics and Technology Education (phase 1)*

*Secção 3: Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (fase 1)*

## YOUTH ARE DEMANDING ACTION REGARDING CLIMATE CHANGE: WILL EDUCATORS HAVE THE WISDOM AND COURAGE TO RESPOND?

A JUVENTUDE EXIGE AÇÕES RELATIVAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: TERÃO OS EDUCADORES SABEDORIA E CORAGEM PARA RESPONDER?

LOS JÓVENES EXIGEN QUE SE TOMEN MEDIDAS EN RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO: ¿TENDRÁN LOS EDUCADORES LA SABIDURÍA Y EL CORAJE PARA RESPONDER?

**William C. Kyle, Jr.**

College of Education, University of Missouri - St. Louis, St. Louis, Missouri, USA

kylew@umsl.edu

**ABSTRACT** | In the late-19th century, scientists began issuing warnings about humanity raising the planet's average temperature by burning fossil fuels such as coal. For over a century, scientists published warnings focused upon the environment and climate change. Fortunately, youth around the world are taking action to ensure that preventing climate change is a global priority. On 15 March 2019, hundreds of thousands of youth around the world walked out of school demanding governments, policymakers, educators, CEOs of major corporations, and adults do more to address climate change. Ironically, many politicians and educators expressed concern that the protests were interfering with education. Really? I wonder why raising consciousness regarding a global crisis facing humanity is an infringement upon one's education. I hope educators will have the wisdom and courage to respond to the demands of youth, transform educational practice, and engage with a research agenda focused upon the global challenges facing humanity.

**KEYWORDS:** Environmental education, Science education, School-community initiatives, Youth-led activism.

**RESUMO** | No final do século XIX, cientistas começaram a advertir sobre a humanidade estar a aumentar a temperatura média do planeta, ao queimar combustíveis fósseis como o carvão. Há mais de um século, cientistas publicaram alertas focados nas mudanças climáticas e ambientais. Felizmente, jovens de todo o mundo estão agindo para garantir que prevenir a mudança climática é uma prioridade global. A 15 de março de 2019, centenas de milhares de jovens em todo o mundo saíram de suas escolas exigindo que governos, políticos, educadores, CEOs de grandes empresas e adultos fizessem mais pelas mudanças climáticas. Ironicamente, muitos políticos e educadores expressaram preocupação pelo facto de os protestos poderem interferir com a educação. Sério? Eu me pergunto porque será que aumentar a consciência em relação à crise global enfrentada pela humanidade é uma violação à educação de alguém. Espero que os educadores tenham sabedoria e coragem para responder às exigências dos jovens, transformando a prática educacional e envolvendo-se com uma agenda de pesquisa voltada para os desafios globais que a humanidade enfrenta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação ambiental, Educação científica, Iniciativas escola-comunidade, Ativismo juvenil.

**RESUMEN** | A finales del siglo XIX, los científicos comenzaron a advertir a la humanidad sobre el aumento de la temperatura media del planeta por la quema de combustibles fósiles, como el carbón. Durante más de un siglo, los científicos publicaron advertencias centradas en el cambio climático y ambiental. Afortunadamente, los jóvenes de todo el mundo están actuando para asegurar que el cambio climático sea una prioridad mundial. El 15 de marzo de 2019, cientos de miles de jóvenes de todo el mundo salieron de sus escuelas exigiendo que los gobiernos, los políticos, los educadores, los directores generales de las grandes empresas y los adultos hiciesen más por el cambio climático. Irónicamente, muchos políticos y educadores expresaron su preocupación de que las protestas estuviesen interfiriendo con la educación. ¿En serio? Me pregunto por qué la sensibilización sobre la crisis mundial que enfrenta la humanidad es una violación de la educación de alguien. Espero que los educadores tengan la sabiduría y el coraje de responder a las demandas de los jóvenes transformando la práctica educativa y comprometiéndose con un programa de investigación centrado en los desafíos mundiales a los que se enfrenta la humanidad.

**PALABRAS CLAVE:** Educación ambiental, Educación científica, Iniciativas escolares- comunitarias, Activismo juvenil.

## 1. INTRODUCTION

In January 2020, over 11,000 scientists from 153 countries declared unequivocally a global climate emergency by asserting “scientists have a moral obligation to clearly warn humanity of any catastrophic threat” (Ripple et al., 2020, p. 8). They proclaimed, “our vital signs are designed to be useful to the public, policymakers, the business community, and those working to implement the Paris climate agreement, the United Nations’ Sustainable Development Goals, and the Aichi Biodiversity Targets” (p. 8).

Scientists began issuing warnings about humanity raising the planet’s average temperature by burning fossil fuels in the late-1800s. In 1992, the Union of Concerned Scientists issued a warning to humanity; over 1,700 scientists, representing 71 countries and 104 Nobel laureates, advocated a new environmental ethic to address the critical stress being imposed upon the planet by human activity. They asserted:

Human beings and the natural world are on a collision course. Human activities inflict harsh and often irreversible damage on the environment and on critical resources. If not checked, many of our current practices put at serious risk the future we wish for human society...and may so alter the world that it will be unable to sustain life in the manner we know. (Union of Concerned Scientists, 1992, Introduction section)

The first international conference on the environment, The United Nations Conference on the Human Environment (UNCHE), was held in Stockholm, Sweden in June 1972. At the request of the Swedish government, The United Nations General Assembly convened the UNCHE. Representatives from 113 nations and over 400 non-governmental organizations (NGOs) attended the conference, in which they discussed common environmental concerns and produced 26 Principles (see United Nations, 1972, 2020; United Nations Environment Programme, 2002). The legacy of the conference was the establishment of the United Nations Environment Programme (UNEP).

On 18 February 2020, Inger Andersen, UNEP Executive Director, in her address to the 149th meeting of the Committee of Permanent Representatives to the United Nations Environment Programme in Nairobi, Kenya, reflected upon the catastrophic start to 2020 with the devastating bushfires in Australia, the warmest January on record, floods in the Horn of Africa, and locust invasions in East Africa. She proclaimed, “it is clear that now, at this moment in time, we simply have no choice but to take action and pull back from planetary instability and reverse the loss of nature”. She noted preparations are underway to commemorate the 50th Anniversary of the establishment of UNEP in 2022. She offered a vision of hope for the future:

I expect the international community, based on the hard work we will do this year, to have set the right targets and goals for nature. I expect us to have begun implementing them. I expect to see real progress on cutting greenhouse gas emissions, protecting and restoring ecosystems and biodiversity, reducing pollution and helping vulnerable communities cope. In short, I expect us to be travelling down the long road to reversing the planetary instability that humanity has created. (Andersen, 2020, UNEP at 50 section)

I envision it will be a long - and most likely winding - road. I wonder, if we knew in 1972 what we know today, would the planet be in a better place? And, knowing what we know today, do we have the wisdom and courage to take action to transform our lives, to save the planet...and to act on behalf of future generations? In the almost 50 years since the inception of the UNEP,



there have been numerous international conferences and treaties focused upon the environment and climate change, and there have been strides in addressing environmental issues, identifying global challenges facing humanity, and articulating Sustainable Development Goals (SDGs). However, the time to take deliberative action is now.

## 2. THE GLOBAL CLIMATE CHALLENGE

The reality of climate change is “it’s affecting everything: not just weather patterns, ecosystems, ice sheets, coastlines, and cities across the planet, but the health, safety, and security of every person alive and the generations to come” (Foley, 2017, p. ix). In a Keynote Address in October 2012, Rebecca Tarbotton, former Executive Director of the Rainforest Action Network (RAN), proclaimed:

We need to remember that the work of our time is bigger than climate change. We need to be setting our sights higher and deeper. What we’re really talking about, if we’re honest with ourselves, is transforming everything about the way we live on this planet. (Tarbotton, 2012, 12:57)

Where does such transformation begin? For too long the public has been in a state of climate change denial, too busy to be bogged down with information perceived to be confusing and abstract, while at the same time believing government is responsible for responding to global issues facing humanity, the most significant of which is climate change.

Vandenbergh and Gilligan (2017) assert it is time to look beyond politics to address the climate change threats facing society. Initiatives by the private sector - businesses, advocacy groups, NGOs, religious organizations, philanthropists, educators, individuals, and households – can all play an important role in the response to climate change. They highlight how private sector initiatives offer promising opportunities to reduce the risks of climate change.

There is an emerging public urgency for action to address climate change. Political activists are demanding public officials regulate greenhouse gas (GHG) emissions. Yet, Gilligan and Vandenbergh (2020) note this sense of urgency contrasts with the slow pace and limited accomplishments of political institutions to reduce GHG emissions over the past several decades. They point out while political institutions face structural barriers to taking action to cut emissions, “private environmental governance has great potential to avoid many of those structural obstacles and thus to achieve rapid emissions reductions” (p. 5). Research has demonstrated private-governance initiatives can make important and rapid contributions to reducing GHG emissions.

Many private sector initiatives are place-based or regional. When such private sector initiatives are undertaken, they typically address an issue with a global scope - that is, emanating from one or more of the 17 Global Goals for Sustainable Development (United Nations, 2015) - but the impact of the initiative is local. Educators ought to assume leadership in the context of private-governance initiatives. It is this place-based orientation that enables educators to focus upon sustainable development, empowerment and social transformation in ways meaningful and relevant to the current generation of youth (Kyle, 2020). I believe this creates tremendous opportunities for an emerging Science, Mathematics, and Technology Education research agenda focused upon global challenges of local significance and climate change.

I propose educators identify ways in which this place-based notion of contributing to climate change can become school-community based initiatives. Schools and communities ought to partner with local businesses/industries/NGOs, social service agencies, and / or partner schools internationally to identify ways in which the local communities can work towards climate change solutions. Transformative action research projects should be developed so that schools and communities share their initiatives and accomplishments. Such school-private climate governance initiatives would ensure students and communities become active agents in the process of transformation. Ideally such an educational orientation would facilitate the emergence of youth-led community organizing, a movement that empowers youth while enabling them to make substantive contributions to their communities (see Delgado & Staples, 2008). Educational experiences ought to be intergenerational, community-based, oriented toward self- and social empowerment and transformative (Kyle, 2020; Onwu & Kyle, 2011). Youth have a significant role in contributing to the social and environmental changes that must transpire.

### **2.1 Intergenerational, community-based initiatives oriented toward self- and social empowerment and social transformative**

“Learning that empowers should facilitate learners’ abilities to understand their world, engage with and critically examine issues, and offer an inspiration to get involved in decision-making and action-taking” (Saiti, Kyle, Sinnes, Nampota, & Kazima, 2014, p. 188). Through community-based initiatives, Saite et al. report on how students in a rural community in Malawi identified the major trends of environmental degradation since the 1950s. Using Participatory Rural Appraisal (PRA) tools (Narayanasamy, 2009), which seek to understand poverty from the perspective of a range of stakeholders and to involve stakeholders directly in planning follow-up activities, students experienced real-world participation in their community; enhanced their ability to identify, analyze and suggest solutions for real-world problems; and acquired knowledge of the local environment - all indicators of a self- and socially-empowering learning experience, which ultimately led to social transformation within the community.

In 2016, UNESCO launched a 2-year pilot program, under the auspices of the UNESCO Global Action Programme on Education for Sustainable Development, to make climate change a priority in every part of school life. The Implementing a Whole-School Approach to Climate Change program involved 258 schools from 25 countries, including 7 Least Developed Countries (LDCs) and 3 Small Island Developing States (SIDS). These schools were members of the UNESCO Associated Schools Network (ASPnet), which unites 11,700 schools in 182 countries (see, <https://aspnet.unesco.org/en-us>). Sabine Detzel, International Coordinator of the UNESCO ASPnet, states the whole-school approach is “not a project about teaching and climate change, or teaching about sustainable development” (UNESCO, 2019, 2:36), rather:

This project is about really trying to transform an entire school, of mobilizing every single actor in a school, but also the community around it. And trying to look at every single aspect and dimension of a school’s life, and trying to see how we can include concerns about sustainable development and climate change in it. (UNESCO, 2019, 2:40)

The whole-school approach to climate change includes school governance, teaching content and methodology, campus and facilities management, as well as partnerships with the broader communities. Thus, it involves the active involvement of all internal and external school stakeholders; students, teachers, principals, school staff at all levels; and the wider school

community, such as families and community members, in reflecting and acting on climate change (UNESCO, 2016). The program is an interdisciplinary approach oriented toward ensuring environmental awareness, action-taking, community transformation, and empowering youth and communities to protect the environment. UNESCO has plans to upscale the program in the future to all 11,700 ASPnet schools and communities.

Many NGOs have emerged with regional and global education initiatives focused upon environmental issues and climate change (e.g., Slow Food International, Cool Earth, Youth Climate Lab, UNICEF's Youth for Climate Action, 350.org). With a focus upon environmental justice, intergenerational and intragenerational equity, self- and social-empowerment, and social transformation, such organizations are striving to facilitate action toward a better world.

### 3. THE GLOBAL ECONOMIC SYSTEM

Ascertaining that human activities are responsible for global climate change - attribution - is one of the most active areas of climate research (see, Ornes, 2018). The warming of the Earth's surface is both attributed to human activities and altering the climate system. While caused by human activity, climate change is the product of a social, political, and economic system, which has failed to respond to the challenges of climate change. In fact, capitalism has obstructed actions to ameliorate climate change with its focus upon:

- the drive for economic growth and short-term corporate profits;
- consumerism / consumption;
- corporate greed vis-à-vis free trade, deregulation, and privatization;
- the overconsumption of natural resources; and
- the blatant disregard for science.

Turner (2019) notes how venture capitalists have been financing technological breakthroughs, yet their efforts have been dwarfed by industry lobbyists arguing successfully against mandatory regulations and / or carbon taxes. Klein (2014) observes how in the battle between capitalism and the planet the planet always loses to the demand for economic growth, which is used as the rationale for delaying climate action or for breaking existing emission commitments. The planet would be well on the way to achieving a zero-carbon economy if adequate policies had been adopted 30+ years ago. Instead, Klein (2014) asserts "privatization of the public sphere, deregulation of the corporate sector, and lower corporate taxation, paid for with cuts to public spending" (p. 19) has sabotaged our ability to respond to the climate challenge. She states:

The twin signatures of this era have been the massive export of products across vast distances (relentlessly burning carbon all the way), and the import of the uniquely wasteful model of production, consumption, and agriculture to every corner of the world (also based on the profligate burning of fossil fuels). Put differently, the liberation of world markets, a process powered by the liberation of unprecedented amounts of fossil fuels from the earth, has dramatically sped up the same process that is liberating Arctic ice from existence. (Klein, 2014, pp. 20 – 21)

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2019) reports unless we change course in terms of GHG emissions, then temperatures will continue to rise over the next century,

resulting in more drought, more crop failures, more famine, water scarcity, and the displacement of millions of people due to rising sea levels, extreme weather events, and flooding. In addition, the potential of tropical diseases spreading to regions where they don't currently exist is likely due to increased temperatures. Scarcity of basic human needs could lead to conflict in regions around the world. Imagine a world in which we see mass migrations of people in search of food, water, and other basic human needs. Presently, food insecurity is a critical "factor driving international migration, along with conflict, income inequality, and population growth. The act of migration itself causes food insecurity, given the lack of income opportunities and adverse conditions compounded by conflict situations" (IPCC, 2019, p. 516). In addition, the effects of climate change will fall especially hard upon the most vulnerable people throughout the world; those who have the fewest resources to protect themselves and the fewest options when disaster strikes.

When reporting on the situation in Least Developed Countries (LDCs), Barakat and Endalew (2019) assert the IPCC statements regarding the impacts of increased warming on the poorest and most vulnerable is made with the highest levels of certainty and likelihood, making it hard to ignore these countries' consistent calls for action. They note "the incidence of heat-related deaths, vector-borne diseases, water stress and poverty are expected to be significantly higher at 2°C when compared to 1.5°C of warming with LDCs among those at disproportionately higher risk" (p. 7). Moreover, they point out:

LDCs aren't the only countries that are vulnerable to climate change impacts; many small island developing states (SIDS) face existential challenges, and some islands are trying to do everything in their power to avoid being swallowed up by rising seas altogether. It's these groups of very vulnerable countries, LDCs and SIDS, which have contributed little if at all from the climate crisis, yet suffer the worst from it and have the least means to deal with it. (p. 7)

Despite decades of warnings from scientists and now the awareness of the lived experiences of millions suffering the devastating effects of climate change, multi-national corporations and many politicians wish to maintain the status quo. They are more interested in short term profits for fossil fuel companies - oil, natural gas, and coal - than in the future of the planet. For example, in 2014, public companies involved in extracting, transporting, refining, distributing and trading in fossil fuels in the United States and Canada had a profit of \$257 billion. Despite these profits, the fossil fuel industry receives tens of billions of dollars in subsidies every year, a direct expense to taxpayers. While these companies reap their benefits, communities around the world suffer the impacts of climate change, oil spills, and water contamination from fracking, drilling and mining (see Oil Change International, 2015).

Pacheco et al. (2017) affirm fundamental changes must occur at the level of the ultimate cause of the environmental crisis—that is, the global economic system dependent on growth. They stress the need for a global transformative change in which the conservation of the environment, not economic growth, is the driving force of development. They note economic growth "becomes a tool for conservation development, but under special and limited circumstances. It stops being the goal and reason of (the old) 'development'" (p. 397).

I concur with the assertion of Pacheco et al. (2017). And, I believe this very issue ought to frame an emerging Science, Mathematics, and Technology Education research agenda focused upon global challenges of local significance and climate change. That is, are the paradigms of

conservation and economic growth allies in some regions of the world, while not in others? Pacheco et al. (2017) state “the new conservation paradigm is based, at the personal and societal level, on major changes in values, lifestyles, and behavior” (p. 398). They go on to say that at the political level “it is based on finally accepting that continuous economic growth is impossible, and that the environment has to be considered as the base and framework for human and cultural survival (p. 399). Once again, I propose educators identify ways in which this placed based notion of contributing to climate change can become school-community based initiatives.

#### **4. SOCIAL MOVEMENTS**

I maintain the warnings of scientists without action are in vain. Fortunately, youth around the world are beginning to take action to ensure climate change becomes a global priority. On 15 March 2019, tens of thousands of youth around the world - in what may be one of the largest environmental protests in history - walked out of school to demand governments, policymakers, CEOs of major corporations, and adults do more to address climate change (Warren, 2019; see also Common Dreams, 2019). Ironically, many politicians and educators expressed concern regarding the protests interfering with education. However, scientists around the world voiced their support for the youth movement. Thackeray et al. (2020) offer the following reflection on science and activism in the context of the School Strike for the Climate:

Science without activism is powerless to enact change, but activism without science will enact change without knowledge of the direction in which change is needed. To make constructive progress, both science and activism are needed to move society in the right direction with strength and purpose. (p. 3)

I contend youth should not be disenfranchised in their educational opportunities due to poor political leadership. Rather, educators ought to facilitate ways for youth to express their political agency. O’Brien, Selboe, and Hayward (2018) highlight diverse ways in which youth are challenging power relationships and political interests to promote climate-resilient futures. As Greta Thunberg (2019) has proclaimed:

We are not in school today. We are not at work today. Because this is an emergency. And we will not be bystanders.

Some would say we are wasting lesson time; we say we are changing the world. So that when we are older we will be able to say we did everything we could. And we will never stop doing that. We will never stop fighting for the living planet and for our future. (pp. 104 - 105)

Xiuhtezcatl Martinez is a 19-year-old indigenous climate activist, hip-hop artist, and a leader amongst the global youth environmental movement. He started speaking about the environment at the age of 6 and presently is a Youth Director of Earth Guardians, an organization that educates youth across the world to use civic engagement and the arts to help solve environmental issues. He often uses music to convey powerful environmental messages. Martinez (2020) explains his passion as follows:

I want to inspire people to bring activism into what they love to do. Whether you’re an entrepreneur, poet, scientist, athlete, or artist, you can find ways to use what you’re passionate about to have an incredible impact. Our movement desperately needs a

diversity of new ideas and ways of thinking to bring forth real change. That's why we need more than traditional activist tactics. Some of the most impactful work being done in my generation is from people spreading awareness through art, music, and other creative means. (p. 212)

Youth activists from African nations, such as Vanessa Nakate (Uganda), Makenna Muigai (Kenya), and Ayakha Melithafa (South Africa), and climate scientist Ndoni Mgunu (South Africa) attended the January 2020 World Economic Forum in Davos, Switzerland. They highlighted the challenges on the continent, which has 15% of the global population, yet is expected to endure about 50% of the global climate change adaptation costs. As a climate justice advocate, Nakate founded the Youth for Future Africa and the Rise Up Movement in Africa. Melithafa contributed to the Project 90 by 2030 YouLead initiative, a South African organization committed to a 90% reduction in carbon by 2030.

Social movements often capture the humanizing, lived experiences of individuals within local communities as well. Méndez (2020) notes "environmental justice groups center their advocacy on community-specific public health campaigns" (p. xii). In his book, *Climate Change from the Streets*, he offers an urgent and timely analysis of the contentious politics of incorporating environmental justice into global climate change policy. He tells the compelling story of people, place, and power in the context of climate change and inequality. He explores the California (USA) environmental justice movement and the advocacy work on climate change and articulates the perspectives and influence low-income people of color bring to their local communities. Méndez highlights the importance of incorporating local knowledge, culture, and history into policymaking to address the global complexities of climate change and the threats facing local communities.

The Green New Deal (GND), US House Resolution 109 (116<sup>th</sup> Congress, 2019-2020) (<https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-resolution/109/text>), offers a set of goals for addressing climate change (see also Klein, 2019). The primary goal of the plan "is to bring U.S. greenhouse gas emissions down to net-zero and meet 100% of power demand in the country through clean, renewable, and zero-emission energy sources by 2030" (Dsouza, 2019, What's in the Green New Deal? section). The plan emphasizes environmental and social justice and "acknowledges how historically oppressed groups—indigenous peoples, people of color, the poor, and migrants—are more likely to be affected by climate change" (Dsouza, 2019, Ocasio-Cortez's GND section).

## 5. REFLECTION AND RECOMMENDATIONS FOR ACTION

As I reflect upon the ways in which we can improve research and educational practice in Science, Mathematics, and Technology Education (SM&T Education) in the era of the current climate emergency, I believe three central questions articulated in *Rethinking Education: Towards a Global Common Good* (UNESCO, 2015) ought to frame our thinking:

- What education do we need for the 21st century?
- What is the purpose of education in the current context of societal transformation?
- How should learning be organized?" (p. 3)

Within such a research agenda, educators should challenge the decades honored curricular focus upon universalism and standardization. I maintain the imposition of standards and accountability represents the antithesis of what an education ought to be. Learners should be afforded the opportunity to experience a more progressive education (Dewey 1990/1900), oriented toward real-world, experiential, context-based approaches to teaching and learning. As part of this research agenda, educators would be investigating the complex process of teaching and learning when education is viewed as a public good; as being of value to all in society, and a society to which all ought to contribute. In addition to challenging the notion of universalism and standardization, progressive education requires a different form of assessment oriented toward performance observations and active assessment of learning. The goal of assessment ought to be oriented toward self- and social empowerment, action-taking, and transformation. Such an agenda ought to be inspired by “the humanistic values that should be the foundations and purpose of education”, which include “respect for life and human dignity, equal rights and social justice, cultural and social diversity, and a sense of human solidarity and shared responsibility for our common future” (UNESCO, 2015, p. 38).

The 17 Sustainable Development Goals (United Nations, 2015) offer a starting point for educators to begin to collaborate with youth, schools, and communities to initiate a research agenda that extends well beyond 2030. Addressing and achieving the SDGs is imperative since for the past 50 years humanity increasingly operates in overshoot. Earth Overshoot Day marks the date when humanity’s demand for ecological resources and services each year exceeds what Earth can regenerate in that year. In 2019, Earth Overshoot Day was 29 July (see <https://www.overshootday.org/> and <https://www.footprintnetwork.org/>). An awareness of the SDGs and the concept of Earth Overshoot Day ought to be a part of the discourse of every citizen on the planet. SM&T educators ought to view education as a primary means of investing in human resources. The youth of today must be able to address complex everyday issues yet unforeseen. This is not a modest goal. We must ensure all learners have access to an equitable education. I propose learning opportunities be transformed to ensure the active engagement of youth and communities in the context of experiential learning (see Kolb, 1984). Educators ought to be purposefully engaging with learners in direct experience and focused reflection to increase knowledge, develop skills, clarify values, and develop the capacity of learners to contribute to their communities (Kyle, 2020). The research agenda ought to identify ways in which educators can facilitate dialogue, action, and social transformation by collaborating with youth, schools, and communities. Engaging in such initiatives would ensure students and communities become active agents in the process of addressing climate change.

The transformation of teaching espoused herein ought to facilitate the emergence of youth-led community organizing, a movement that empowers youth while enabling them to make substantive contributions to their local communities, nationally, and globally. The youth of today are exhibiting inspiration, leadership, and vision with respect to climate change and other global issues facing humanity. Schools and communities throughout the world should facilitate their dreams to reverse the negative impact upon the planet and leave a better world for future generations. The planet awaits new leadership.

## REFERENCES

- Andersen, I. (2020, February 18). The Executive Director's statement to the 149th meeting of the Committee of Permanent Representatives. <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/speech/executive-directors-statement-149th-meeting-committee-permanent>
- Barakat, S., & Endalew, G. J. (2019). *LDCs, negotiations and the climate crisis: Will the poorest countries benefit from the COP24 climate package?* International Institute for Environment and Development (IIED). <https://pubs.iied.org/pdfs/10200IIED.pdf>
- Common Dreams. (2019, September 18). Ahead of climate strike, Greta Thunberg tells US lawmakers to Their faces: Sorry, you're not trying 'hard enough'. Retrieved from <https://www.commondreams.org/news/2019/09/18/ahead-climate-strike-greta-thunberg-tells-us-lawmakers-their-faces-sorry-youre-not>
- Delgado, M., & Staples, L. (2008). *Youth-led community organizing: Theory and action*. Oxford University Press.
- Dewey, J. (1990/1900). *The school and society*. University of Chicago Press. (Originally published in 1900).
- Dsouza, D. (2019, October 28). The Green New Deal Explained. <https://www.investopedia.com/the-green-new-deal-explained-4588463>
- Foley, J. (2017). Foreword. In P. Hawken (Ed.), *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming* (p. ix). Penguin Books.
- Gilligan, J. M. & Vandenberg, M. P. (2020). A framework for assessing the impact of private climate governance. *Energy Research & Social Science*, 60, Article 101400. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101400>
- IPCC. (2019). *Climate change and land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SRCL-Complete-BOOK-LRES.pdf>
- Klein, N. (2014). *This Changes everything: Capitalism vs. the climate*. Simon & Schuster.
- Klein, N. (2019). *On fire: The (burning) case for a Green New Deal*. Simon & Schuster.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Kyle, W. C., Jr. (2020). Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2, Article 2. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0018-5>
- Martinez, X. (2017). *We rise: The Earth Guardians guide to building a movement that rescues the planet*. Rodale.
- Méndez, M. (2020). *Climate change from the streets: How conflict and collaboration strengthen the environmental justice movement*. Yale University Press.
- Narayanasamy, N. (2009). *Participatory Rural Appraisal: Principles, methods, and application*. Sage Publications.
- O'Brien, K., Selboe, E., & Hayward, B. M. (2018). Exploring youth activism on climate change: Dutiful, disruptive, and dangerous dissent. *Ecology and Society*, 23(3), 42. <https://doi.org/10.5751/ES-10287-230342>
- Oil Change International. (2015, May). \$257 billion. <http://priceofoil.org/profits-oil-gas-coal-companies-operating-u-s-canada/>
- Onwu, G. O., & Kyle Jr., W. C. (2011). Increasing the socio-cultural relevance of science education for sustainable development. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 15(3), 5–26.
- Ornes, S. (2018). Core Concept: How does climate change influence extreme weather? Impact attribution research seeks answers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8232-8235. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811393115>
- Pacheco, L.F., Altrichter, M., Beck, H., Burchi, D., & Owusu, E.H. (2017). Conservation as the new paradigm for development. In A. A. Aguirre & R. Sukumar (Eds.), *Tropical conservation: Perspectives on local and global priorities* (pp. 390 – 402). Oxford University Press.



- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Barnard, P., & Moomaw, W. R. (2020). World scientists' warning of a climate emergency. *BioScience*, 70 (1), 8–12. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>
- Saiti, A., Kyle, W. C., Jr., Sinnes, A. T., Nampota, D., & Kazima, M. (2014). Developing relevant environmental education in a rural community in Malawi. *Brazilian Journal of Research in Science Education*, 14(2), 185-198. Retrieved from <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4360>
- Tarbotton, R. (2012, October). Keynote Address. [https://www.ran.org/the-understory/rainforest\\_action\\_network\\_mourns\\_the\\_unexpected\\_loss\\_of\\_our\\_visionary\\_executive\\_director\\_rebecca\\_tarbotton/](https://www.ran.org/the-understory/rainforest_action_network_mourns_the_unexpected_loss_of_our_visionary_executive_director_rebecca_tarbotton/)
- Thackeray, S.J., Robinson, S.A., Smith, P., Bruno, R., Kirschbaum, M.U.F., Bernacchi, C., Byrne, M., Cheung, W., Cotrufo, M.F., Gienapp, P., Hartley, S., Janssens, I., Hefin Jones, T., Kobayashi, K., Luo, Y., Penuelas, J., Sage, R., Suggett, D.J., Way, D. and Long, S. (2020). Civil disobedience movements such as School Strike for the Climate are raising public awareness of the climate change emergency. *Global Change Biology*. 1-3. <https://doi.org/10.1111/gcb.14978>
- Thunberg, G. (2019). No one is too small to make a difference. Penguin Books.
- Turner, A. (2019, September 3). Is capitalism incompatible with effective climate change action? World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/is-capitalism-incompatible-with-effective-climate-change-action>
- Union of Concerned Scientists (UCS). (1992). 1992 World scientists' warning to humanity. Cambridge, MA: UCS. <https://www.ucsusa.org/resources/1992-world-scientists-warning-humanity>
- United Nations. (1972, June). Report of the United Nations Conference on the Human Environment (UN Publication No. A/CONF.48/14/Rev1). <http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/ReferencesAndArchives/HistoryofMARPOL/Documents/A%20CONF.48%2014%20Rev.1.pdf>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolution A/Res/70/1. Retrieved from: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)
- United Nations. (2020). *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 and the Rio Declaration on the Environment and Development, 1992*. <https://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2002). *Global environment outlook 3: Past, present and future perspectives*. Earthscan Publications. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8609/GEO-3%20REPORT\\_English.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8609/GEO-3%20REPORT_English.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- UNESCO. (2015). *Rethinking education: Towards a global common good?* UNESCO. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232555>
- UNESCO. (2016). *Getting climate-ready: A guide for schools and climate action*. UNESCO. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246740>
- UNESCO. (2019, June 5). *UNESCO Associated Schools 4 Climate – Documentary* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=RkoXX4m9wR8>
- Vandenbergh, M. P., & Gilligan, J. M. (2017). *Beyond politics: The private governance response to climate change*. Cambridge University Press.
- Warren, M. (2019, March 14). Thousands of scientists are backing the kids striking for climate change: Students around the world are walking out of school to urge governments to do more about global warming. *Nature*, 567, 291 - 292. <https://www.nature.com/articles/d41586-019-00861-z>

## DA LAMA AO CAOS: UMA PROPOSTA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA INTERFACE ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE BASE COMUNITÁRIA, CINEMA E MUDANÇA CLIMÁTICA

FROM MUD TO CHAOS: A PROPOSAL FOR TEACHER TRAINING IN THE INTERFACE BETWEEN COMMUNITY-BASED ENVIRONMENTAL EDUCATION, CINEMA AND CLIMATE CHANGE

DEL LODO AL CAOS: UNA PROPUESTA DE FORMACIÓN DE PROFESORES EN LA INTERFAZ ENTRE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL BASADA EN LA COMUNIDAD, EL CINE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

**Rafael Nogueira Costa<sup>1</sup>, Robson Loureiro<sup>2</sup>, Celso Sánchez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup>Núcleo de Estudos e Pesquisas em Filosofia, Educação e Linguagens, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

<sup>3</sup>Grupo de Estudos em Educação Ambiental Desde El Sur, Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro, Brasil  
rafaelnogueiracosta@gmail.com

**RESUMO** | Este artigo articula a discussão relativa às mudanças climáticas globais, com base na perspectiva da educação ambiental de base comunitária. O escopo é propor uma agenda de pesquisa local inspirada nas contribuições presentes nos estudos sobre cinema contra hegemônico e na ecologia política. Busca-se responder as seguintes questões: como o cinema, em diálogo com a comunidade, pode contribuir com à educação científica e tecnológica? Como pensar uma proposta de agenda de pesquisa com base na produção coletiva de obras cinematográficas? O que nos revelam os filmes produzidos sobre o crime-desastre ocorrido na foz do rio Doce? Nossa hipótese sustenta que os filmes produzidos com e sobre a realidade (local) contribuem para a formação de educadores conscientes sobre as alterações climáticas e seus impactos socioambientais. Para além da exibição, um dos caminhos para uma educação científica e tecnológica é contextualizar a dimensão das mudanças climáticas com a dimensão pedagógica dos conflitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Regência, Ecologia política, Educação em ciências, Investigação e práticas, Audiovisual.

**ABSTRACT** | This paper articulates the discussion on global climate change from the perspective of community-based environmental education. The scope is to propose a local research agenda inspired by the contributions present in studies on cinema versus hegemony and political ecology. The aim is to answer the following questions: how cinema, in dialogue with the community, can contribute to scientific and technological education? How to think of a proposal for a research agenda based on the collective production of cinematographic works? What do the films produced about the crime-disaster at the mouth of the Rio Doce reveal to us? Our hypothesis holds that films produced with and about (local) reality contribute to the educators' training aware of climate change and its social and environmental impacts. In addition to the exhibition, one of the ways for a scientific and technological education is to contextualize the climate change dimension with the conflict pedagogical dimension.

**KEYWORDS:** Regência, Political ecology, Science education, Investigation and practices, Audio-visual.

**RESUMEN** | Este artículo articula el debate sobre el cambio climático mundial desde la perspectiva de la educación ambiental basada en la comunidad. Se trata de proponer una agenda de investigación local inspirada en las aportaciones presentes en los estudios sobre el cine frente a la ecología hegemónica y política. El objetivo es responder a las siguientes preguntas: ¿cómo puede el cine, en diálogo con la comunidad, contribuir a la educación científica y tecnológica? ¿Cómo pensar en una propuesta de agenda de investigación basada en la producción colectiva de obras cinematográficas? ¿Qué nos revelan las películas producidas sobre el crimen-desastre en la desembocadura del Río Doce? Nuestra hipótesis sostiene que las películas producidas con y sobre la realidad (local) contribuyen a la formación de educadores conscientes del cambio climático y sus impactos sociales y ambientales. Además de la exposición, uno de los caminos para una educación científica y tecnológica es contextualizar la dimensión del cambio climático con la dimensión pedagógica de los conflictos.

**PALABRAS CLAVE:** Regência, Ecología política, Educación científica, Investigación y prácticas, Audiovisual.

## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo propõe articular a discussão das mudanças climáticas globais (Ripple et al.; 2020) com base na perspectiva da educação ambiental de base comunitária e propor uma agenda de pesquisa local inspirados nas contribuições do cinema contra hegemônico. Partimos dos acúmulos do campo da educação ambiental crítica no Brasil, fortalecido no contexto do debate socioambiental, que ganhou força a partir da RIO-92 e que apresenta, cada vez mais, ressonância no campo da ecologia política.

Nossas reflexões estão ancoradas na perspectiva das interrelações entre mudanças climáticas globais e as atividades de grande impacto sobre a biodiversidade, que contribuem para a deterioração dos serviços ecossistêmicos e, conseqüentemente, na redução da qualidade da saúde humana (Confalonieri et al., 2002).

Para isso, utilizamos a experiência do cinema contra hegemônico para pensar a formação de professores num contexto específico que é a localidade da Vila de Regência, no município de Linhares, estado do Espírito Santo, foz do Rio Doce. O território do estudo foi fortemente impactado pelo rompimento da barragem em Mariana (Minas Gerais-Brasil) no ano de 2015, que liberou mais de 30 milhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de lama contendo rejeitos de mineração, considerado um dos maiores desastres mundiais deste tipo de atividade (Freitas, Silva & Menezes, 2016).

Nossa hipótese considera que os filmes produzidos na/sobre a localidade, trazem perspectivas que proporcionam discussões com aportes de elementos críticos para a formação de educadores atentos às informações relativas às alterações climáticas e seus impactos no ambiente e na sociedade. Assim, o presente texto é a tentativa de uma tessitura teórica entre os elementos que conectam a sociedade com o ambiente, principalmente num contexto de contaminação por atividades que contribuem para o aumento da temperatura no planeta, conforme definido na *Agenda 2030* da Organização das Nações Unidas (ONU).

### 1.1 “Vila Mágica”: ecodinâmica local e ecologia política

O rio Doce, que nós, os Krenak, chamamos de Watu, nosso avô, é uma pessoa, não um recurso, como dizem os economistas. Ele não é algo de que alguém possa se apropriar, é uma parte da nossa construção como coletivo que habita um lugar específico, onde fomos gradualmente confinados pelo governo para podermos viver e reproduzir as nossas formas de organização (Krenak, 2019, p. 40).

Ailton Krenak nos apresenta uma dimensão humana do rio Doce na passagem acima. Um rio com vida e alma, assim ele é encarado pelos povos autóctones, considerados os últimos Botocudos do leste de Minas Gerais (Krenak & Coelho, 2009).

Este mesmo rio encontra o mar, na Vila Regência Augusta, localizada a 125 Km da cidade de Vitória, capital do estado Espírito Santo, Brasil. A vila é considerada um berçário de vida marinha, por ser uma região costeira com vegetação de restinga e influências da bacia de hidrográfica do rio Doce. O local apresenta uma ecodinâmica muito peculiar e foi historicamente ocupado por pescadores artesanais, agricultores, surfistas, donos de pousadas e apresenta ações conservacionistas com Unidades de Conservação e a base de um projeto para conservação das tartarugas marinhas.

O encontro do rio com o mar forma aquela que é considerada “a melhor onda” do estado para atividade do surfe, chamada pelos locais como as “primas de Bali”, em alusão as ondas perfeitas da ilha de Bali, na Indonésia. Por isso, apresenta característica peculiares voltadas para prática deste esporte. Na vila há um boa estrutura turística, com pousadas e restaurantes que movimentam a economia local. É chamada pelos moradores de “vila mágica”.

Um trauma psicológico, ambiental, econômico e social lançou-se sobre Regência. No ano de 2015, a “vila mágica” foi atingida por uma forte coloração laranja que desceu o rio doce e transformou completamente o cenário local.

As coisas que os brancos extraem das profundezas da terra com tanta avidez, os minérios e o petróleo, não são alimentos. São coisas malélicas e perigosas, impregnadas de tosses e febres, que só *Omama* conhecia. Ele porém decidiu, no começo, escondê-las sob o chão da floresta para que não nos deixassem doentes [...]. São essas palavras as palavras dos nossos espíritos, que os brancos desconhecem. Eles já possuem mercadorias mais do que suficientes. Apesar disso, continuam cavando o solo sem trégua, como tatus-canastra (Kopenawa in Kopenawa & Albert, 2015. p. 357).

Regência Augusta foi drasticamente impactada com a chegada de mais de 30 milhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de lama contendo rejeitos de mineração (Freitas, Silva & Menezes, 2016), a “lama das incertezas”. Passados quatro anos do crime-desastre, o trauma psicológico ainda está presente nos sujeitos atingidos, assim como as incertezas em relação a qualidade ambiental da água para o preparo das refeições e a balneabilidade da praia em relação aos metais pesados.

A comunidade é estudada por pesquisadores do Grupo de Estudos e Pesquisa em Populações Pesqueiras e Desenvolvimento no Espírito Santo vinculado à Universidade Federal do Espírito Santo, que, entre tantos trabalhos, concluem:

[...] é preciso reconhecer que um dos maiores desafios apresentados pelos agentes das práticas de conhecimento tecnocientífico foi à ausência de dados anteriores ao desastre, ao passo que grande parte da construção das noções das condições das águas dos atingidos vincula-se às condições das águas no pretérito, dever-se-ia, então, apontar para soluções em que estivessem incorporadas as noções de seus territórios e suas dinâmicas, que foram invadidos pela lama e pelos seus desdobramentos (Silva, 2018, p. 150).

Nesse sentido, a ecologia política pode substanciar nossas reflexões por uma educação ambiental de base comunitária, atrelada e conectada as idiosincrasias do território. Para Loureiro (2012, p. 14), e ecologia política é o “[...] estudo o reconhecimento de que agentes sociais com diferentes níveis de poder e interesses diversos demandam, na produção de suas existências, recursos naturais em um determinado contexto ecológico”. Dessa forma, conclui o autor, “[...] é nesse movimento dinâmico, contraditório e conflituoso, que uma organização social se estrutura” (Loureiro, 2012, p. 14).

Como forma de acessar o universo subjetivo e imaginário, utilizamos o cinema contra hegemônico, produzido por sujeitos envolvidos com a dramática situação em Regência, para pensar possíveis ações no campo da educação científica e tecnológica.

## **2. O CINEMA CONTRA HEGEMÔNICO COMO PROPOSTA DE PESQUISA E EDUCAÇÃO**

O cinema faz parte de uma “[...] expressão social e histórica” e participa na formação de valores éticos ao revelar “uma faceta importante na formação da subjetividade na sociedade

contemporânea” (Loureiro & Zuin, 2010, p. 8). O cinema contra hegemônico, inspirado na ecologia política, se refere às obras fílmicas que buscam promover reflexões críticas, ao revelar as facetas das desigualdades sociais, as contradições e os conflitos socioambientais, além de identificar os diferentes níveis de poder que os grupos sociais se encontram para produção de suas existências num determinado contexto ecológico.

No lugar de se preocupar com o entretenimento das massas, presente na indústria cultural hegemônicas, conforme apontado por pensadores da Teoria Crítica (Loureiro & Zuin, 2010; Loureiro, 2018), este tipo de cinema escolhe o caminho da revelação das realidades opressoras, ao denunciar as opressões, promove anúncios de libertação (Freire, 2013).

O que nos revelam os filmes produzidos sobre o crime-desastre ocorrido na foz do rio Doce? Como esses filmes podem contribuir com a educação científica e tecnológica?

A nossa hipótese é que os filmes produzidos na/sobre a localidade, trazem perspectivas que proporcionam discussões com aportes de elementos críticos para a formação de educadores conscientes sobre as alterações climáticas e seus impactos no ambiente e na sociedade.

Após breve levantamento na internet foram identificados quatorze filmes produzidos sobre a chegada da lama tóxica em Regência. Dos filmes encontrados identificamos e selecionamos cinco (Tabela 1) por trazerem elementos essenciais para se pensar a agenda de pesquisa local, no contexto das **mudanças climáticas** e na perspectiva da educação ambiental de base comunitária.

***Tabela 1- Filmes produzidos sobre a contaminação ambiental em Regência (ES)***

Filmes	Ano	Produção
As últimas horas antes da lama	2015	local
Últimos dias em Regência	2015	universidade
Cacimba da Mágoa	2016	artista nacional
A memória laranja	2016	universidade
O amigo do Rei	2019	Ministério Público

Os filmes analisados trazem elementos para tessitura teórica entre os elementos que constituem a rica e intrincada relação entre sociedade e ambiente num contexto de transformação em função de um dos maiores crimes ambiental no Brasil.

No filme *As últimas horas antes da lama*, produzido por moradores e frequentadores de Regência, podemos assistir aos locais tecerem comentários sobre a chegada da lama e o seu impacto na região:

O rio doce é muito importante para vila de Regência. Aqui, no rio, os pescadores tiram o seu sustento. Fora isso, Regência sobrevive também do turismo. Os turistas que são atraídos pelas ótimas ondas que aqui tem para prática do surf, ou atraídos pelas belezas naturais, pela biodiversidade, pelas atividades culturais que aqui existem, pelas atividades conservacionistas do Tamar. Enfim, uma série de atividades que aqui acontece, pela história riquíssima e a gente se pergunta agora se isso tudo vai impactar o turismo (morador).

A realidade que está acontecendo, o que vai ser de nós pescadores? O que vai ser da população de Regência? [...] Ahh aqui tinha carapeba, robalo, tem a época da manjuba, tem muita pescaria. E agora? Será que isso vai continuar? Isso aí que está vindo vai ser tristeza de mais para nós (pescador).

No filme *Últimos dias em Regência*, produzido por uma equipe vinculada à Universidade Federal do Espírito Santo, podemos visualizar o rio Doce, os barcos dos pescadores, além dos surfistas deslizando nas ondas e caminhando pela areia com as pranchas nos braços. Além de apresentar as imagens da “vila mágica”, são colhidos depoimentos com os moradores locais:

Agente está muito preocupado com a questão da alimentação, da nossa alimentação, da água, a qualidade da água. [...] A comunidade toda está sensibilizada. A questão emocional então, abala muito. Porque agente cresceu aqui, né? (moradora e funcionária do posto de saúde).

*Cacimba de Mágoa* é uma produção do músico Gabriel Pensador com a banda de forró Falamansa. O filme é bastante citado pelas pessoas que conhecem a história do rompimento da barragem de minério e emociona quem possui ligação com território. As imagens foram produzidas ao longo do trajeto da “lama tóxica”, desde Mariana até encontro com o mar. Já, no filme *A memória laranja*, também produzido por universidade, os produtores desce o rio Doce coletando os depoimentos dos atingidos:

Os caras não divulgam como está as condições dessa água. Se está apropriada para o consumo, se não tá. Com certeza vai tá contaminada, porque se não tivesse contaminada os caras já teriam divulgado já, entendeu? Os laboratórios ficam ai, enrolando, enrolando, não divulgam nada, ninguém faz nada, e a população fica aí de braços cruzados. Esperando soluções (morador de Regência).

O filme *O Amigo do Rei* é um híbrido de documentário e ficção. Foi produzido como parte de um projeto de informação ambiental no qual a figura do Ministério Público de Minas Gerais foi o principal proponente. O filme revela os bastidores da exploração de minério de ferro, ao escavar, dos escombros da memória dos atingidos, depoimentos de funcionários da empresa mineradora responsável pelo crime, de acadêmicos e outros.

### 3. DISCUSSÕES E IMPLICAÇÕES

Toda proposta de agenda para a investigação em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia neste caso relatado, tem que ser produzida em diálogo com os sujeitos afetados pelo crime vinculado à atividade da mineradora responsável pelo evento que causou a destruição da barragem e atingiu inúmeras populações ribeirinhas, ao longo do Rio Doce, bem como a região de Vila de Regência. Nunca na história mundial ocorreu um evento desta proporção. As respostas e as soluções são complexas e envolvem dimensões psicológicas, ecológicas, sociais, econômicas e ancestrais, que a ciência tradicional (positivista/neopositivista) não consegue resolver. Até o momento, são contraditórios os dados científicos sobre o grau de contaminação por metais pesados, na foz do rio Doce, que atingiu tanto a vida fluvial (fauna e flora) como os corpos das pessoas que moram em Regência Augusta. Na maioria dos casos, essa informação é ausente. Dessa forma, uma proposta comprometida com a formação de educadores conscientes sobre as alterações climáticas, precisa estar vinculada com o entendimento dos impactos no ambiente e na sociedade.

Qualquer iniciativa proposta sem um diálogo radical com as pessoas atingidas, pode ser considerada uma “invasão cultural”, no sentido atribuído por Paulo Freire. Dessa forma, como caminhos para uma investigação propomos a produção coletiva, crítica e dialógica de obras cinematográficas, para além da exibição ilustrativa de filmes.

Apontamos para a urgência da apropriação dos sujeitos pela produção imagética, pois observamos uma disputa de narrativas, vinculadas em distintos espaços. Como exemplo, podemos citar a apropriação que os gerentes do capital fazem dos meios de comunicação. Estes que vinculam e veiculam seus ideais, sua cosmovisão e influenciam o imaginário da comunidade. Por isso, defendemos uma agenda de fortalecimento da imaginação ativa, por meio da produção de imagens com as pessoas que encontram-se em conflito com atividades potencialmente poluidoras, muitas responsáveis pelas mudanças climáticas globais, como: extração de petróleo e minérios. Dessa forma, os produtos gerados, dentro desta dimensão, poderão auxiliar numa educação comprometida com a transformação da sociedade, conforme relatado pelo grupo de cientistas que se debruçam para compreender as mudanças climáticas globais (Ripple et al.; 2020).

As narrativas, daqueles que se doaram para as lentes tecendo seus comentários sobre a destruição da natureza, que levou com ela vidas e sonhos, nos revelam pequenos fragmentos dessa história tão recente no nosso país. Entre os filmes analisados, somente um foi produzido por moradores locais, o que demonstra a importância de potencializar as produções audiovisuais locais, pois essa é uma maneira de se pronunciar no mundo e, dessa forma, revelar as “mentiras da ideologia dominante” (Freire, 2019, p. 201). Por isso, ele não pode ser neutro e devotado “avidamente ao treinamento técnico”, voltado meramente para a “transmissão dos conteúdos” (Op. cit.).

Nestes filmes, é possível escutar a voz dos explorados/excluídos da história oficial, vozes que revelam a potência para formação quando analisadas sob a cosmovisão da ecologia política e de pensadores como Paulo Freire. Justifica-se, assim, a filiação dessa proposta à uma prática social crítica e libertadora, cujo escopo é superar o reducionismo proposto pelo entretenimento massificado, orquestrado pela indústria cultural hegemônica.

Os filmes contra hegemônicos, que denunciam os crimes socioambientais, expressam o desejo por reparação e justiça social reveladas na ânsia manifestada pelas inúmeras vítimas, muitas das quais ainda hoje não foram indenizadas. Este tipo de produção pode gerar debates que colaboram com o processo de formação no campo da educação, em geral, e das ciências e tecnologia em particular. Porém, de maneira mais radical, propomos a produção cinematográfica como espaço de formação, principalmente quando realizada de maneira dialógica, participativa e crítica. Mais potente do que exibir e debater, a produção compartilhada de filmes contra hegemônicos, pode gerar posicionamentos fundamentais para as práticas educativas de base comunitária, como: i) saber ouvir; ii) se colocar no lugar do outro; iii) gerar empatia; iv) lutar por transformações; v) trabalhar coletivamente, entre outros.

As mudanças climáticas acentuam a vulnerabilidade em territórios já sensíveis, como no caso de Regência. Dessa forma, apontamos para a necessidade de uma compreensão da dimensão da ecologia política, sobretudo neste contexto de mudanças climáticas globais.

Existe uma dimensão pedagógica nestes conflitos, pois podem criar as possibilidades de para que as pessoas consigam perceber e compreender as contradições que a exploração capitalista da natureza pode gerar. Dessa forma, este tipo de conhecimento pode contribuir na transição para um modelo menos desigual e mais sustentável, no nosso único e comum lar. Como nos lembra uma música do Chico Science e Nação Zumbi: “da lama aos caos, do caos à lama, um homem roubado nunca se engana”.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001. Ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Ufes e aos moradores da Vila de Regência, cujo o diálogo foi a motivação para a escrita do presente texto.

## REFERÊNCIAS

- Confalonieri, U.E.C., Chame, M, Najar, A., Chaves, S.A.M., Krug, T., Nobre, C., Miguez, J.D.G., Cortesão, J. & Hacon, S. (2002). Mudanças globais e desenvolvimento: importância para a saúde. *Informe Epidemiológico do Sus*, 11(3), 139-154. <http://scielo.iec.gov.br/pdf/iesus/v11n3/v11n3a04.pdf>
- Freire, P. (2013). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra. (54 ed.).
- Freire, P. (2019) *Pedagogia da Esperança: um encontro com a pedagogia do oprimido*. Paz e Terra. (25 ed.).
- Freitas, C.M., Silva, M.A. & Menezes, F.C. (2016). O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. *Ciência e Cultura*, 68(3), 25-30. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300010>
- Kopenawa, D. & Albert, B. (2015). *A queda do céu: palavras de um xamã yanomami*. Companhia das Letras. (1 ed.).
- Krenak, A. (2019). *Ideias para adiar o fim do mundo*. Companhia das Letras. (1 ed.).
- Krenak; A. & Coelho, M.A.T. (2009). Genocídio e resgate dos “Botocudo”. *Estudos Avançados*, 23(65), 193-204. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142009000100014>
- Loureiro, C.F.B. (2012). *Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política*. São Paulo: Cortez. (Coleção questões na nossa época, 39).
- Loureiro, R. (2018). *A teoria crítica volta ao cinema*. Vitória: Edufes.
- Loureiro, R.; Zuin, A.A.S. (2010). *A teoria crítica vai ao cinema*. Vitória, ES: Edufes.
- Silva, B.J. (2018). Risco e contaminação: Alguns desdobramentos sobre as águas do rio Doce e do Oceano Atlântico após a chegada dos rejeitos de mineração da Samarco na foz do rio Doce - ES. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Universidade Federal do Espírito Santo.
- Ripple, W., Wolf, C., Newsome, T., Barnard, P., & Moomaw, W. (2020). World Scientists’ Warning of a Climate Emergency. *BioScience*. 70(1), 8-12.

## Filmografia:

- D’Élia, A. (Diretor). (2019). *O amigo do Rei* [Film]. Cinedelia. Cinema pedrada.
- Daniela Zanetti e João Paulo Lyrio Izoton (2015). *Últimos dias em Regência* [Video]. You Tube. <https://www.youtube.com/watch?v=Yd564T2M9V8>
- Ilka Westermeyer; Tato Cruz (2016). *Cacimba da Mágoa* [Video]. You Tube. <https://www.youtube.com/watch?v=zX11uEaCZlY>
- Thiago Ferrari; Leonardo Merçon; Eric Freitas (2015). *As últimas horas antes da lama* [Video]. You Tube. <https://www.youtube.com/watch?v=3LLBLyfarew>
- Universidade Federal de Juiz de Fora (2016). *A memória laranja* [Video]. Vimeo. <https://vimeo.com/163958450>



**APRENDER COM SENTIDO(S), AGIR LOCAL, EDUCAR PARA EMERGÊNCIA GLOBAL**

**LEARN WITH MEANING(S), ACT LOCALLY, EDUCATE FOR GLOBAL EMERGENCY**

**APRENDER CON SIGNIFICADO(S), ACTUAR LOCAL, EDUCAR PARA LA EMERGENCIA GLOBAL**

**Margarida Rodrigues**

EB Sobreira, Agrupamento de Escolas de Sobreira, Portugal  
margarida.mabeca@gmail.com

**RESUMO** | A 1 de janeiro de 2016 entrou em vigor a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável – 17 objetivos “para transformar o nosso mundo”, e em 29 de novembro de 2019 o Parlamento Europeu declarou o estado de emergência climática e ambiental. Temos 10 anos para evitar o colapso da nossa civilização. A ação junto e com as crianças é assim obrigatória. Neste artigo salientamos a importância de fomentar ligações emocionais com a natureza, e mostramos como fazê-lo explorando problemas ambientais locais, usando a natureza como sala de aula e inspiração transversal às diferentes disciplinas, promovendo saídas de campo a áreas naturais próximas, recriando ecossistemas no recreio da escola e envolvendo os alunos e suas famílias em projetos com visibilidade, utilidade e valor para a comunidade. Identificam-se barreiras e limitações que é necessário ultrapassar, como a formação de professores, a participação das famílias e comunidades locais. Como agenda até 2030, é necessário colocar a emergência climática no centro de tudo o que se faz na escola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentável, Natureza, Emergência, Escola, Alunos.

**ABSTRACT** | On January 1<sup>st</sup>, 2016, the 2030 Sustainable Development Agenda - 17 goals "to transform our world" went into effect, and on November 29<sup>th</sup>, 2019, the European Parliament declared a state of climatic and environmental emergency. We have 10 years to avoid the collapse of our civilization. The action together and with the children is therefore mandatory. In this paper, we highlight how fostering emotional connections with nature is essential to solve this problem. This may be done by exploring local environmental issues, using nature as a classroom and inspiration across different subjects, promoting field trips to nearby natural areas or recreating ecosystems in the school playground and involving students and their families in projects that are visible, useful and of valuable to the community. Many barriers and limitations need to be overcome, such as teacher training, the participation of families and local communities. As an agenda until 2030, it is necessary to put the climate emergency at the center of everything that is done at school.

**KEYWORDS:** Sustainable, Nature, Emergency, School, Students.

**RESUMEN** | El 1 de enero de 2016 entró en vigor la Agenda de Desarrollo Sostenible de 2030 - 17 objetivos "para transformar nuestro mundo", y el 29 de noviembre de 2019 el Parlamento Europeo declaró el estado de emergencia climática y ambiental. Tenemos 10 años para evitar el colapso de nuestra civilización. Por lo tanto, la acción conjunta y con los niños es obligatoria. Destacamos en este artículo la importancia de fomentar los lazos emocionales con la naturaleza, y mostramos cómo hacerlo explorando los problemas ambientales locales, utilizando la naturaleza como aula e inspiración en diferentes asignaturas, promoviendo excursiones a zonas naturales cercanas, recreando ecosistemas en el patio de la escuela e involucrando a los estudiantes y sus familias en proyectos visibles, útiles y de valor para la comunidad. Se identifican muchas barreras y limitaciones que deben superarse, como la formación de profesores, la participación de las familias y comunidades locales. Como agenda hasta 2030, es necesario poner la emergencia climática en el centro de todo lo que se hace en la escuela.

**PALABRAS CLAVE:** Sostenible, Naturaleza, Emergencia, Escuela, Estudiantes.

## 1. INTRODUÇÃO

A 1 de janeiro de 2016 entrou em vigor a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável: 17 objetivos “para transformar o nosso mundo”, referindo o objetivo número 13 as alterações climáticas. Em novembro de 2019 o Parlamento Europeu declarou o estado de emergência climática e ambiental. O papel da escola é essencial pois a educação assume um papel insubstituível e referencial, enquanto veiculadora de informação científica rigorosa, promotora da difusão do conhecimento, fomentando competências e atitudes necessárias para a participação construtiva na sociedade (Martins et al., 2016).

Não é um trabalho fácil. Temos professores cansados, alguns deslocados de suas casas, ocupados por demasiadas tarefas burocráticas. Apesar do esforço feito na identificação das Aprendizagens Essenciais (ver documentos das Aprendizagens Essenciais em <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>), temos ainda programas extensos. Temos pais muito ocupados ou que se demitem por vezes das suas funções. Dos professores, ouve-se muitas vezes que se sentem inseguros na abordagem destas temáticas. Falta por isso formação que dê aos professores competências e segurança a trabalhar estes temas por projeto. Outro dos obstáculos é a inércia na mudança e a negação das evidências que levam à emergência climática. Esta inércia atinge de forma transversal as políticas globais, nacionais e locais, as práticas docentes e os comportamentos dos cidadãos e comunidade educativa. Muitos mantêm ainda uma posição de indiferença, de conformismo, relativamente a este problema (Lewis, Palm & Feng, 2018). Urge, pois, encontrar estratégias que permitam fomentar atitudes e comportamentos individuais, para fazer frente à emergência climática, rumo à sustentabilidade pois o bem-estar do planeta depende da mudança de comportamentos.

## 2. RACIONAL E CONTEXTO

Na escola, observamos por vezes uma inversão de valores ancestrais com os mais jovens a agir, a alertar, a ensinar e a instigar à mudança os mais velhos (Trott, 2019; Lawson et al., 2019). Esta oportunidade deve ser aproveitada, dada a emergência no combate e mitigação das alterações climáticas. O caminho poderá passar por colocar a Emergência Climática e a Sustentabilidade no centro do que se faz na Escola e pela exploração de competências que permitam aos alunos entenderem o impacte das alterações climáticas e aderirem a novas práticas, contagiando a geração acima, representada pela família e comunidade em geral (Lawson et al., 2019). Estudos recentes mostram que para isso devemos promover abordagens educativas que incluam experiências práticas e saídas de campo, focadas em assuntos locais e que encorajem a participação parental (revisto em Lawson et al., 2019). Mas como podemos promover este tipo de abordagens?

O dia-a-dia na escola é feito de aprendizagens, de construções de conhecimentos científicos, de acumulação de experiências e saberes. Estas aprendizagens serão tão mais conseguidas quanto mais as crianças lhes atribuírem significado e se envolverem nelas (revisto em Sá-Pinto et al., 2019). Para tal devemos potenciar a criação de cenários que promovam o envolvimento dos alunos na identificação de problemas, na busca de soluções e que os ajudem a compreender que todos podemos e devemos agir. É importante estar atento a projetos (locais, nacionais e até internacionais) com visibilidade, utilidade e valor para a comunidade,

relacionando-os com as aprendizagens, contextualizando-as e reforçando-as (Lawson et al., 2019).

Conhecer e explorar implica o uso de todos os sentidos e sair da sala potencia a exploração multissensorial. Os comentários, as reações, as expressões e os registos das crianças mostram-nos que há sons, cheiros, texturas e até sabores que ficam gravados de uma forma muito mais completa e eficaz em saídas de campo. Este contacto com a natureza torna-as mais ativas, mais felizes, mais observadoras, o que as induz a comportamentos mais sustentáveis e ecológicos (Barreras et al., 2020). Nas saídas de campo são identificados problemas e surgem ideias para os resolver. Estas ideias dão origem a pesquisas e por vezes, ao envolvimento em novos projetos interdisciplinares.

### **3. PROPOSTA DE AGENDA E SUAS IMPLICAÇÕES NAS PRÁTICAS EDUCACIONAIS**

Com base na literatura, torna-se claro que fomentar ligações emocionais com a natureza é essencial para mudar atitudes e comportamentos (Sá-Pinto et al., 2019). Explorar problemas ambientais locais, usar a natureza como sala de aula e inspiração transversal às diferentes disciplinas, promover saídas de campo a áreas naturais próximas ou recriar ecossistemas no recreio da escola e envolver os alunos e as suas famílias em projetos com visibilidade, utilidade e valor para a comunidade podem permitir fomentar esta ligação emocional (Lawson et al., 2019; Barreras et al., 2020)

Na minha experiência como professora tenho verificado que, geralmente, as crianças ilustram o conceito de ambiente, associado à floresta, tendo uma imagem romântica da mesma (Figura 1). Mas após uma saída de campo, a sua representação é bastante diferente pois a realidade é outra (Fig 1a). As saídas de campo mostraram uma floresta de solo árido e queimado, formada quase somente por plantas exóticas infestantes, rareando as autóctones que eles conheciam bem dos livros explorados nas aulas (Fig 1b). Os testemunhos dos mais velhos, referem manchas de castanheiros e de carvalhos que tinham dado o nome às Serras do Castiçal ou do Reboredo onde agora apenas se encontram espécies exóticas. Há também referência à Serra das Flores cujo nome se deve ao facto de esta se cobrir no passado por flores (Barreiro, 1922) assemelhadas às azáleas. A mesma serra, antes chamava-se Serra dos Açores, dada a existência de numerosas dessas aves (Ramos, 1996). Confrontando os relatos com a atualidade, os alunos têm a consciência da alteração do equilíbrio destes ecossistemas e das enormes diferenças relativamente ao cenário descrito pelos avós que referiam a abundância de espécies autóctones de árvores que albergavam uma rica comunidade de animais. As saídas de campo, incluindo o trabalho realizado previamente representam uma das melhores formas de colocar os alunos a observar, a identificar problemas, a questionar e a tentar arranjar soluções quando se quer falar de floresta e de alterações climáticas (Fig 1c). Surgem conceitos novos como "ameaças", "biodiversidade", "ecossistemas", "desequilíbrios" e tantos outros, que depois se tornam normais e usuais nas conversas na sala de aula, na produção escrita e nas ideias de trabalho para projetos.



**Figura 1-** As representações dos alunos antes e depois de uma saída de campo (a) mostram de que forma o contacto com o ambiente local no âmbito da saída (b) podem promover o reconhecimento de um problema local. Durante as saídas os alunos têm diversas oportunidades para observarem (c) e contactarem de perto (d) com as condições e espécies locais.

Do levantamento de problemas, podemos passar às ações como sementeiras com criação de viveiros (Fig2d), elaboração de bolas de sementes e plantações que têm vindo a tornar-se práticas regulares na escola. Estas ações são oportunidades de envolver as famílias que são chamadas à escola para ajudarem na resolução dos problemas. Os alunos têm nesses momentos um papel ativo: apresentam o problema aos pais, esclarecem-nos sobre a sua proposta de solução e quais os procedimentos. Os pais conhecem o nome comum das espécies, mas ficam a saber pelos filhos o nome científico, aprendendo a distinguir espécies autóctones, de exóticas e invasoras e quais os problemas associados à introdução destas últimas. Ficam também a saber as vantagens das espécies autóctones e aprendem que, para além de fornecerem madeira e oxigénio, as árvores são um suporte de biodiversidade, conferem proteção contra desastres naturais, controlam a erosão, purificam a água, regulam o clima, etc. Aos poucos, a comunidade vai tomando consciência da importância da floresta enquanto sumidouro de carbono, e vai percebendo como as ações humanas vêm interferindo negativamente no ambiente. Esta consciencialização é essencial para a tomada de medidas locais que diminuam a pegada de carbono, contribuindo para minorar o problema global das alterações climáticas. A escola pode ter um efeito multiplicador. Como dizia um aluno, se cada criança envolvesse os pais e cada um plantasse uma árvore, dos 300 alunos da escola resultariam quase mil árvores plantadas. O futuro da Humanidade depende das árvores e, se em cada escola, os alunos envolvessem as famílias na plantação de árvores, seria, efetivamente, um grande passo para minorar as alterações climáticas. A mesma solução se pode aplicar a outras ameaças como a das espécies invasoras, que foi detetada pelos alunos nas saídas de campo. Um trabalho de pesquisa e uma ação promovida pela autarquia ensinou-nos a combater as acácias fazendo o descasque, processo replicado pela turma nas acácias que rodeavam a escola. Numa outra ação, recolhemos as plumas das ervas-das-pampas, incinerando-as depois.

Quando não há nas imediações da escola um meio natural, uma excelente forma de trabalhar conceitos relacionados com a sustentabilidade é a construção de um charco (Fig 2a). Esta é uma das tarefas que poderá envolver as famílias, num trabalho de equipa. Estando o charco povoado, temos neste ecossistema material para trabalhar vários conceitos e colocar os alunos em contacto com as espécies, percebendo as diversas relações entre elas. Uma outra forma de promover a biodiversidade, sobretudo nas escolas revestidas de cimento, será a criação de jardins ou hortas em canteiros ou no formato vertical. A construção e colocação de comedouros e de caixas-ninho (Fig 2 c) para aves foi outra das medidas introduzidas para promover a biodiversidade, que permitiu sensibilizar as crianças e as famílias para a proteção das aves, numa localidade onde ainda há bem pouco tempo havia pessoas que se dedicavam à captura ilegal e venda das mesmas. O nosso hotel de insetos (Fig 2b), o nosso cantinho das aromáticas e os canteiros de flores ajudaram a compreender a importância dos insetos. Inicialmente, os pais acharam estranho que quiséssemos atrair insetos à escola. Várias crianças referiram que tiveram que explicar-lhes que os insetos são muito importantes na polinização e que não há apenas "insetos maus", que as rãs do charco precisavam de comer e que alguns pássaros são insetívoros. Esta argumentação mostra que o conceito de ecossistema e as relações entre as espécies estava devidamente apreendido.



**Figura 2-** A construção de um charco (a), um hotel de insetos (b), ou caixas ninho (c), permitem trazer para a escola espécies e ecossistemas a partir dos quais os alunos podem realizar diversas aprendizagens. Também na escola produzir viveiros (d) para reflorestação da área envolvente.

Fomentar oportunidades e canais de partilha com os pais sobre as aprendizagens dos filhos tem importantes impactos. Para os filhos, a partilha com os pais permite reforçar as aprendizagens e gera um sentimento de orgulho e ligação emocional com o tema. O entusiasmo das crianças é enorme quando, no dia seguinte referem que os pais não sabiam, mas que eles

lhes explicaram o que tinham trabalhado na escola. Para os pais, a partilha permite aprender e muitas vezes alterar comportamentos. Muitas vezes, é pelos filhos que os pais tomam conhecimento de problemáticas associadas ao ambiente e sustentabilidade e aprendem formas de as trabalhar, mudando comportamentos. Este é um testemunho muito frequente dos pais dos meus alunos que referem a forma emotiva e segura com que as mensagens lhes são passadas e o rigor com que lhes são postos limites e apresentadas alternativas aos comportamentos, seja na recusa aos aerossóis e aos produtos de higiene contendo microesferas de polietileno, seja na apresentação de espécies infestantes ou autóctones e na recolha de bolotas durante os passeios em família. A presença dos avós é também uma enorme mais valia para a escola. Com a sua forma informal, familiar e por vezes fantástica de contar as coisas, vão falando de tradições, de costumes, de paisagens, fazendo a comparação entre o antes e o agora, sempre com o saudosismo natural. Numa escola no centro da cidade do Porto, a Associação de Pais, com o apoio da comunidade educativa, pôs em marcha o projeto "Um Bosque pelo Clima", plantando árvores e arbustos autóctones numa zona da escola que estava abandonada. Com a ajuda dos pais, das crianças e dos professores, esse espaço começou a transformar-se numa floresta urbana, num bosque de azevinhos, medronheiros, carvalhos e outras espécies autóctones, num importante recurso pedagógico.

É essencial que o que se trabalha e aprende na escola seja partilhado e usado na comunidade e que se dê visibilidade aos produtos e esforço dos alunos, o que pode aumentar ainda mais o seu envolvimento nas temáticas trabalhadas e resultar em mais e melhores aprendizagens. A participação em concursos externos à escola é uma excelente oportunidade para o fazer. As saídas de campo são uma enorme fonte de inspiração para estes concursos e projetos. Com base na exploração sensorial do ambiente exterior podemos trabalhar o sentido estético: registos fotográficos, pinturas, vídeos, poemas e canções que para além de ajudarem os alunos a desenvolverem competências nas áreas de expressões, permitem falar de biodiversidade, de sustentabilidade, de ações de combate e mitigação das alterações climáticas. Estas produções poderão ser realizadas no âmbito das aprendizagens essenciais para as diversas disciplinas, permitindo articular as expressões, o português, o estudo do meio e a matemática, facilitando a interdisciplinaridade e a transversalidade curricular.

O blogue da turma funciona como um Diário de Bordo onde a comunidade pode acompanhar o que se vai fazendo na escola, contribuindo para a visibilidade do seu trabalho. E é com enorme atenção que os alunos acompanham as interações dos leitores com o blog, controlando o número de visitas que se tornou o mote para iniciar diariamente as aulas de matemática com a exploração do número do dia. O jornal escolar ou o regional são também meios para a divulgação das atividades. Desta exposição nascem convites para participação em novos projetos, em atividades culturais, em publicações diversas e até mesmo em documentários. Os alunos (e os seus pais) sentem assim que o que fazem tem valor e é ouvido, o que os motiva para continuarem a agir localmente, contribuindo para educar toda a comunidade para a emergência ambiental global. Porque como dizem os meus alunos devemos ser: "Um por todos e todos pelo planeta".

## 4. CONCLUSÃO

As escolas têm de colocar em agenda até 2030 a emergência climática no centro de toda a atividade (Carnie, 2019). Como é que as escolas podem atingir estes objetivos?

A escola deve ter como objetivo a sustentabilidade e envolver toda os alunos em processos de identificação de problemas e busca de ações para os resolver. É sua missão sensibilizar, promover conhecimentos e mudar atitudes visando a redução do carbono e da pegada ecológica. Isso será conseguido com ações locais para proteção e reabilitação dos ecossistemas e da biodiversidade, sempre envolvendo a comunidade escolar, as famílias e a comunidade local.

É essencial a transversalidade entre disciplinas, a abertura de conexões entre as diferentes áreas do conhecimento e sobretudo o relacionar com o mundo real e a tomada de consciência de que todas as nossas ações têm impacto no planeta. É urgente valorizar o trabalho de grupo e de envolvimento comunitário, e, sobretudo, focar o pensamento crítico na emergência climática, através da inovação na resolução dos problemas, ou da exploração da criatividade traduzida em produções artísticas. Desta forma, as escolas estarão a formar alunos ativos, emocionalmente envolvidos, com competências essenciais para a mudança e verdadeiramente implicados na emergência climática.

## REFERÊNCIAS

- BARREIRO, J. (1922). *Monografia de Paredes*. Porto: Tip. Mendonça.
- Barreras, L., Sotelo-Castillo, M.A., Echerverría-Castro, S.B., Tapia-Fonllem, C.O (2020). Connect edness to Nature: Its impact on sustainable behaviors and happiness in children. *Frontiers in Psychology* <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00276>
- Carnie, F, (2019). Disponível em <https://blog.optimus-education.com/how-can-schools-respond-climate-crisis>
- Lawson, D.F.; Stevenson, K.T., Peterson, M.N., Carrier, S.J., Strnad, R.L., Seekamp, E. (2019). Children can foster climate change concern among their parents. *Nature Climate Change* 9: 498-462.
- Lewis, G.B; Palm, L.; Feng, B (2018). Cross-nation variation in determinants of climate change concern. *Environmental politics* 28(5): 793-821
- Martim, G.O. *et al.* (2016). Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória. Ministério da Educação: Direção Geral da Educação.
- RAMOS, J.R. (1996). *Covelo ontem e hoje: breves apontamentos para uma monografia*, Porto: Imprensa Portuguesa.
- Sá-Pinto, X., Jenkins, T., Ashby, B., Drobniak, S., Jeffries, A., Williams, J.; Silvertown, J., Dufour, H.D. (2019). Key recommendations on science communication in Europe relating health and food safety. *EvoKE*. Disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/1T1dACG6nMAqZo3nNwey1ZTh1I59cx> by
- Trott, C.D. (2019). Children’s constructive climate change engagement: empowering awareness, agency and action. *Environmental Education Research*. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1675594> More information available at: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>

# S3

Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia - **fase 2**

---

Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education - **phase 2**



**DEL "NO USES AEROSOL" AL "ORGANÍZATE Y LUCHA", POR UNA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS QUE SEA SINÓNIMO DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL**

FROM "DO NOT USE AEROSOL" TO "GET ORGANIZED AND FIGHT", FOR A SCIENCE TEACHING THAT FOSTERS SOCIAL TRANSFORMATION

DO "NÃO USE O AEROSSOL" AO "ORGANIZA-TE E LUTA", POR UM ENSINO DE CIÊNCIAS SINÔNIMO DA TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

**Yonier Alexander Orozco Marín**

Colegio Bilingüe Reino Unido, Bogotá, Colombia  
apmusicomano@gmail.com

**RESUMEN** | Se presenta el resultado de un diálogo con tres colegas investigadores y profesores de ciencias naturales en esta sección, en relación a los desafíos para la investigación en educación científica y las prácticas educativas para mitigar el cambio climático y la transformación hacia una sociedad más justa.

**ABSTRACT** | This section presents the result of a dialogue with three fellow researchers and natural sciences teachers regarding the challenges of research in science education and educational practices to mitigate climate change and the transformation towards a more just society.

**RESUMO** | O resultado de um diálogo com três colegas investigadores e professores de ciências naturais é apresentado nesta seção, relativamente aos desafios da pesquisa em educação científica e práticas educacionais para mitigar as mudanças climáticas e a transformação em busca de uma sociedade mais justa.

## 1. AGENDA PARA LA INVESTIGACIÓN ARTICULADA Y PRÁCTICAS EDUCATIVAS DE SM&T

Fue una linda oportunidad leer cada uno de los textos de la y los colegas que dialogan conmigo en esta sección. Mientras leía sus textos, fue inevitable para mí recordar mi infancia en una región rural de Colombia, caracterizada por la producción de café y un constante conflicto armado. Recuerdo muy bien mi escuela en la cual éramos muchos estudiantes y una sola profesora para enseñarnos a todos, a pesar de que estábamos en cursos diferentes. Tenía unos once años (Año 2000 aproximadamente) cuando la profesora nos habló del tema del calentamiento global y el cambio climático. Aunque no recuerdo exactamente como ella lo hizo, guardo muy bien en mi memoria el momento en que se nos presentaba el hecho de no usar aerosoles como una actitud que debíamos tener para ayudar al planeta. Yo solo pensaba “Pero, ni siquiera sé que es un aerosol”. Probablemente ni vendían aerosoles en mi región. Yo no sabía lo que era un desodorante en aerosol, un perfume o cualquier otro de los elementos que ella nos colocaba en el libro. Pero ahora sentía que era mi responsabilidad no usarlos, porque me lo decían en la escuela.

No juzgo a mi profesora, de hecho era una excelente maestra, que en medio de una sociedad machista nos enseñó a los chicos a coser y a bailar ritmos femeninos sin vergüenza. La reconozco en las palabras de Rodrigues (2020) cuando menciona que muchas veces las y los profesores no recibimos formación para trabajar estos asuntos, además estamos cansados, llenos de trabajo y burocracias por cumplir, con salarios que dejan mucho que desear (por lo menos en Colombia). Ella, al igual que muchos profesores de la ruralidad, estaba siendo víctima de la invasión cultural que mencionan Costa, Loureiro y Sánchez (2020). Esa invasión cultural característica de la educación científica y tecnológica que desconoce las realidades de los sectores más vulnerables de la sociedad. Esa educación científica y tecnológica que normalmente se piensa para quien tiene computador e internet en casa, puede ir al mercado y escoger lo que quiere comprar y/o que tiene casa, y que se presenta como invasión cultural para esos miles de personas, principalmente en el sur global, que básicamente luchan por existir, por sobrevivir.

Sin juzgar a mi maestra de la infancia, y sí al sistema que la obligaba a repetir aquello que definía el norte global como importante para resolver el cambio climático, actualmente considero que hubiese sido más importante que en la escuela me enseñaran a organizar una protesta, colocar una denuncia, reconocer las instituciones delante de las cuales exigir el cumplimiento de mis derechos y los derechos/deberes ambientales, o como menciona Kyle (2020) reconocer las potencialidades del activismo y el trabajo comunitario. Tal vez si eso hubiese ocurrido, habríamos estado mejor preparados para el conflicto que se vino posteriormente con una multinacional de la minería, que nos desplazó del territorio y que nos obligó a mí, a mi familia, y a muchas otras familias del sector, a desplazarnos a la periferia de Bogotá a comenzar una nueva vida. Sin contar el desastre ambiental que se instaló posteriormente en la zona. Ahora hacia parte de los más de dos millones de personas desplazadas de manera forzada al interior de Colombia, pero eso sí, sin usar aerosoles (tono de ironía).

Hoy estoy del otro lado, hoy, inclusive guiado por los pasos e influencia de mi profesora de la infancia, soy profesor de ciencias naturales. Trabajo en contextos rurales y contextos periféricos urbanos. Identifico la realidad de mis estudiantes con la realidad en la cual crecí. Y cuando pienso la importancia de la educación científica y tecnológica para mitigar, disminuir el impacto o combatir la emergencia climática actual, me es inevitable relacionarlo con procesos de educación para la justicia social pensando en la realidad de mis estudiantes. No puedo seguirles

enseñando “no usen aerosoles” u otras recetas de actitudes individuales. Comparto las palabras e intenciones de los colegas en esta sección cuando mencionan la importancia de formar jóvenes que puedan enseñar a los adultos, movilizarlos al cambio y a la intervención colectiva en favor del territorio y la biodiversidad (Rodrigues, 2020), abandonando la enseñanza técnica que se preocupa únicamente con la transmisión de contenidos, para avanzar hacia la construcción de prácticas de enseñanza con deseo de reparación y justicia social, de saber escuchar, y luchas colectivas por transformaciones (Costa, Loureiro & Sanchez, 2020), la importancia de enseñar ciencia con activismo y diálogo con los movimientos sociales con potencia para promulgar el cambio, y activismo con ciencia para promulgar transformaciones con conocimiento (Kyle, 2020).

Finalmente, puedo destacar que a partir de este diálogo se hace necesario construir una agenda más plural y diversa que integre la investigación en educación científica y tecnológica con las prácticas educacionales. Es necesario contextualizar los procesos educativos en las características históricas y de injusticia social de los territorios, trabajar por una formación de las profesoras y profesores de ciencias que no se quede únicamente en los aspectos técnicos y profesionales, sino que también favorezca una interrelación con la formación política. Las y los profesores necesitamos herramientas que nos permitan trabajar con las comunidades y con el diálogo intercultural, en la articulación con otras instituciones, no únicamente con la promoción de competencias individuales en nuestros estudiantes. Necesitamos comprender que cuando hablamos de formar ciudadanas y ciudadanos críticos, el activismo a favor de la justicia social con los sujetos de derechos (humanos y no humanos) debe ocupar un lugar central como punto de partida, camino y llegada.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la CAPES-PROEX por el financiamiento por medio de beca para realización de estas reflexiones. A la y los colegas que participaron del diálogo en esta sección.

## **REFERENCIAS**

- Costa, R. N., Loureiro, R., & Sánchez, C. (2020). From mud to chaos: A proposal for teacher training at the interface between community-based environmental education, cinema and climate change. *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 161–167.
- Kyle, W. C., Jr. (2020). Youth are demanding action regarding climate change: Will educators have the wisdom and courage to respond? *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 150–160.
- Marín, Y. A. O. (2020). Science education and social justice in times of climatic emergency. *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 145–149.
- Rodrigues, M. A. (2020). Learn with meaning(s), act locally, educate for global emergency. *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 168–174.

**THE WAY FORWARD: SCIENCE IS IMPERATIVE FOR HUMAN SURVIVAL**

**O CAMINHO A SEGUIR: A CIÊNCIA É IMPERATIVA PARA A SOBREVIVÊNCIA HUMANA**

**EL CAMINO HACIA ADELANTE: LA CIENCIA ES IMPERATIVA PARA LA SUPERVIVENCIA HUMANA**

**William C. Kyle, Jr.**

College of Education, University of Missouri - St. Louis, St. Louis, Missouri, USA

kylew@umsl.edu

**ABSTRACT** | The global climate emergency highlights the importance of education and community-based action to address the challenges facing humanity. The climate emergency is serious. Human survival is at risk. We must become empowered to take deliberative action and be a part of the solution. The time to act upon the environment and climate change warnings issued by scientists is now.

**RESUMO** | A emergência climática global destaca a importância da educação e da ação comunitária para enfrentar os desafios com os quais a humanidade se depara. A emergência climática é grave. A sobrevivência humana está em risco. Devemos ter o poder de tomar uma ação intencional e fazer parte da solução. É agora o tempo de agir face aos avisos dos cientistas sobre o meio ambiente e as mudanças climáticas.

**RESUMEN** | La emergencia climática mundial destaca la importancia de la educación y la acción comunitaria para abordar los desafíos que enfrenta la humanidad. La emergencia climática es grave. La supervivencia humana está en riesgo. Debemos estar capacitados para tomar medidas deliberativas y ser parte de la solución. Ahora es el momento de actuar atendiendo a las advertencias sobre el medio ambiente y el cambio climático emitidas por los científicos.

## 1. INTRODUCTION

In January 2020, we embarked on this project with a common goal: to reflect upon the climate emergency warning issued by Ripple et al. (2020), to offer insights with respect to the need to transform education in response to environmental issues and climate change, and to offer ideas for a Science, Mathematics & Technology Education research agenda (see Costa, Loureiro, & Sánchez, 2020; Kyle, 2020; Marín, 2020; Rodrigues, 2020). At the time, the world was – and continues to be – facing a climate emergency, youth were – and continue to be – demanding governments, policymakers, educators, CEOs of major corporations, and adults do more to address climate change. However, in less than 3 months the world and the lives of citizens have been transformed by a global pandemic.

On 30 January 2020, the World Health Organization (WHO) (2020a) declared the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV) a Public Health Emergency of International Concern (PHEIC). On 11 February 2020, the WHO announced the name for the new coronavirus disease: COVID-19. As of 4 April 2020, the WHO (2020b) reports over 1M confirmed cases of COVID-19; 57,206 confirmed deaths; and outbreaks in 208 countries, areas or territories. Many questions remain with respect to the ultimate reach of the pandemic and what the full impact of this humanitarian crisis will be. To date, there has been a significant impact upon citizens, upon the global economy, and upon the environment. The behavioral changes of humans – e.g., social and physical distancing, self-quarantines, working from home, school and business closures, cancelled meetings and events – are visible from space (NASA Earth Observatory, 2020a, 2020b; Space.com, 2020). The virus outbreak also highlights structural inequalities that are not visible from space but are felt in the lived daily experiences of individuals in low income jobs and individuals living in poverty around the world.

Like the warnings focused upon the environment and climate change issued by scientists for over a century, global public health officials have been warning of the need to prepare for possible pandemics for decades. Both crises highlight that science is imperative for human survival.

## 2. THE RELATIONSHIP BETWEEN SOCIETY AND THE ENVIRONMENT

Costa, Loureiro, and Sánchez (2020) focus upon teacher education and the need to contextualize global climate change. Using anti-hegemonic cinema, they afford prospective educators with the opportunity to see climate change through the lens of its impact upon society and the environment. Their focus upon place-based environmental disasters, enables educators to identify the power relationships that exist in society and the need to address social inequities. Through anti-hegemonic cinema, educators are able to see and critically reflect upon: the psychological and social trauma amongst the people affected; the impact of disasters upon the local environment and biodiversity; the destruction of the pristine ‘place’ that villagers and locals call home; the underlying environmental inequities within communities; the vulnerability of communities; as well as, the impact upon the local economy and the livelihoods of so many individuals. By making the invisible visible through political ecology, educators can hear the voices of individuals on the frontline of climate change disasters – often the poor and the vulnerable – and begin to reflect upon ways through education and community-based initiatives to prevent environmental degradation within local communities.

Costa, Loureiro, and Sánchez (2020) raise our collective consciousness to the reality that environmental degradation due to climate change impacts both the environment and people. I value their attention to the human dimension of climate change. I am often surprised that much of the literature regarding climate change focuses exclusively upon environmental degradation of ecosystems and biodiversity, while failing to recognize the significant impact climate change has upon human health (see World Health Organization, 2018; 2020c), as well as agriculture, food stability, and the global spread of infectious diseases

As nature is exploited, so too people are exploited as well. Many of the adverse effects of climate change are experienced by poor and low-income communities. Costa, Loureiro, & Sánchez (2020) assert “there is a pedagogical dimension to these conflicts, as they are capable of promoting an understanding of the contradictions that the exploitation of nature can generate” (p. 166). They maintain:

The shared production of anti-hegemonic films generates fundamental positions for community-based educational practices, such as: i) knowing how to listen; ii) putting oneself in the place of the other; iii) generating empathy; iv) fighting for transformations; v) working collectively (p. 166).

### **3. SOCIAL JUSTICE**

Marín (2020) observes social issues are often separated from environmental issues in science education. Science teaching and learning is therefore decontextualized from the lived daily experience of learners and the communities in which they reside. I would contend that the link between science and real-world experiences is almost always tenuous in the minds of learners. The lack of curricular connections between science and learners’ day-to-day lived experiences obscures and diminishes the relevance of science in their lives. Scientific practices are political in ways central to their epistemic success (see Brown & Malone, 2004). Fischer (1998) notes sociological research has documented the extent to which science is as much a socio-cultural activity as a technical enterprise. He asserts full understanding of scientific findings is incomprehensible apart from the socio-cultural settings, which offer purpose and meaning. Thus, I would maintain as a result of formal science instruction, students - and citizens alike - have been denied access to this essential feature of science. As a result of such instruction, Marín (2020) observes learners are not afforded opportunities to deliberate inequities related to social issues in the sciences, and in particular to climate change mitigation and adaptation.

Marín (2020, p. 146) states:

My practice as a science teacher, as well as that of other teachers who work in contexts of deep social inequality...is guided by the need to promote science teaching practices that address the educational demands proposed by the global climate emergency, but also the problematization of social inequality.

Through such an orientation to teaching and learning, teachers can enhance the scientific and citizenship skills amongst learners, as well as a critical political literacy with respect to local and global inequalities. Moreover, Marín (2020) highlights the importance of identifying local issues with scientific, social, and political components around which community-based research endeavors can be conceptualized in ways that community knowledge can address the

environmental issues and problematize the social inequities. The overarching goal is to educate citizens who can address environmental issues facing humanity that are yet unforeseen and bring about social transformation. Marín's educational vision is that education in science and technology ought to be contributing to the development of community and community processes to address the current and emerging climate challenges.

#### **4. ACTING LOCALLY TO EDUCATE GLOBALLY**

In light of the 17 Sustainable Development Goals (United Nations, 2015) and the European Parliament (2019) resolution on the climate and environment emergency, Rodrigues (2020) emphasizes how fostering emotional connections with nature is imperative to addressing the environmental challenges facing humanity and the climate change emergency. She states:

Exploring local environmental problems, using nature as a classroom and inspiration across different disciplines, promoting field trips to nearby natural areas or recreating ecosystems in the school playground and involving students and their families in projects with visibility, usefulness and value to the community can foster this emotional connection (p. 170).

Rodrigues (2020) presents a powerful story of the ways in which community-based, intergenerational learning can be so impactful for everyone who participates. What emerges is a shared understanding and mutual respect for working together to address community issues.

The essence of education is dialogic co-construction of meaning. In the scenario portrayed by Rodrigues, the circle of this dialogue extends to parents / grandparents, and the community. Through such engagement, students, family, and community members develop complex conceptual relationships and construct notions of the knowledge relevant to address issues and/or problems, they deliberate how to take action to bring about change, as well as how to mitigate the global problem of climate change within their local community. Rodrigues offers wonderful examples of how knowledge is constructed, how students and community members promote biodiversity, and how behaviours change as a result of the community learning process with a focus upon the environment and sustainability. The value of integrating traditions and customs as part of the intergenerational learning experience is a valuable component of being able to compare the past with the present, while at the same time generating ideas for creating projects for the future, such as the "A Forest for the Climate" community initiative. As a result of their successes, the students and their parents are motivated to continue to act locally, while contributing to educate the community on the global climate and environment emergency.

#### **5. CONCLUSION**

In issuing their warning of a global climate emergency, Ripple et al. (2020) assert "mitigating and adapting to climate change while honoring the diversity of humans entails major transformations in the ways our global society functions and interacts with natural ecosystems" (p. 11). In our response to the climate emergency (see Costa, Loureiro, & Sánchez, 2020; Kyle, 2020; Marin, 2020; Rodrigues, 2020), we offer insights with respect to the need to transform education in response to environmental issues and climate change. We highlight the importance of incorporating local knowledge, culture, and history to address the global complexities of

climate change and the threats facing local communities. We focus upon the imperative of place-based education and community-based initiatives to facilitate social transformation. We recognize that climate change conscious education needs to be linked to an understanding of the impacts on the environment and society.

Climate change impacts human health, leads to temperature related illnesses, impacts air quality affecting respiratory and cardiovascular systems, increases the occurrence and severity of extreme weather events, increases vector-borne diseases and water related illnesses, and impacts food safety and nutrition (see USGCRP, 2016). The effects of climate change will fall especially hard upon the most vulnerable people throughout the world; those who have the fewest resources to protect themselves and the fewest options when disaster strikes. Education must be oriented toward social justice issues and social inequities.

Through education we ought to strive to ensure citizens make better decisions for the planet and the future. The warnings of global public health officials of the need to prepare for possible pandemics have been ignored for decades. Similarly, the warnings issued by scientists focused upon the environment and climate change have been ignored for over a century. The denial of science is hindering the response to both the global pandemic and the climate crisis. COVID-19 offers a case study in global crisis management. A lesson that should be learned from both the COVID-19 humanitarian crisis and the global climate emergency is that science is imperative for human survival. There are stark differences between the two crises: in the context of pandemics, the costs are immediate and visible; in the context of climate change, the costs are slow and steady, but equally as deadly. The question before humanity is: How will we pivot to the future to address the climate emergency?



## REFERENCES

- Brown, R., & Malone, E. (2004). Reason, politics, and the politics of truth: How science is both autonomous and dependent. *Sociological Theory*, 22(1), 106–122.
- Costa, R. N., Loureiro, R., & Sánchez, C. (2020). From mud to chaos: A proposal for teacher training at the interface between community-based environmental education, cinema and climate change. *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 161–167.
- European Parliament. (2019, November 28). *European Parliament resolution of 28 November 2019 on the climate and environment emergency (2019/2930(RSP))*. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0078\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2019-0078_EN.html)
- Fischer, F. (1998). Beyond empiricism: Policy inquiry in post positivist perspective. *Policy Studies Journal*, 26(1), 129–146.
- Kyle, W. C., Jr. (2020). Youth are demanding action regarding climate change: Will educators have the wisdom and courage to respond? *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 150–160.
- Marín, Y. A. O. (2020). Science education and social justice in times of climatic emergency. *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 145–149.
- NASA Earth Observatory. (2020a, March 2). Airborne nitrogen dioxide plummets over China. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china>
- NASA Earth Observatory. (2020b, March 26). How to find and visualize nitrogen dioxide satellite data: Find research-quality nitrogen dioxide data to assess regional air quality and potential trends in industrial activity. <https://earthdata.nasa.gov/learn/articles/feature-articles/health-and-air-quality-articles/find-no2-data>
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Barnard, P., & Moomaw, W. R. (2020). World scientists' warning of a climate emergency. *BioScience*, 70 (1), 8–12. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>
- Rodrigues, M. A. (2020). Learn with meaning(s), act locally, educate for global emergency. *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 168–174.
- Space.com (2020, March 31). *Coronavirus impact seen from space in before and after satellite images*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/Oze1LM1qETw>
- USGCRP. (2016). *The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment*. US Global Change Research Program. <http://dx.doi.org/10.7930/JOR49NQX>
- United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution A/Res/70/1. Retrieved from: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)
- World Health Organization. (2018, February 1). *Climate change and health*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
- World Health Organization. (2020a, January 30). *Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV)*. [https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov))
- World Health Organization. (2020b, April 4). *Coronavirus disease (COVID-19) pandemic*. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- World Health Organization. (2020c). *Monitoring science and evidence on climate change and health*. <https://www.who.int/activities/monitoring-science-and-evidence-on-climate-change-and-health>

**ESCOLA PARA A MUDANÇA: EDUCAR PARA IDENTIFICAR PROBLEMAS, PENSAR,  
CRIAR SOLUÇÕES E AGIR**

SCHOOL FOR CHANGE: EDUCATE TO IDENTIFY PROBLEMS, THINK, CREATE SOLUTIONS AND ACT

ESCUELA PARA EL CAMBIO: EDUCAR PARA IDENTIFICAR PROBLEMAS, PENSAR, CREAR  
SOLUCIONES Y ACTUAR

**Margarida Rodrigues**

EB Sobreira, Agrupamento de Escolas de Sobreira, Portugal  
margarida.mabeca@gmail.com

**RESUMO** | Os autores foram convidados a escreverem para um artigo para a secção 3 da APEduC Revista, elaborando uma proposta de agenda para “research and practice in the SM&T Education” tendo em vista o desafio colocado pela emergência climática global. Depois de lidos e analisadas as contribuições dos colegas convidados fiz um resumo daquilo que me pareceram as suas ideias principais.

**ABSTRACT** | The authors were invited to write an article for section 3 of the APEduC Magazine, with an agenda proposal for “research and practice in the SM&T Education” in view of the challenge posed by the global climate emergency. After reading and analyzing the contributions of the invited colleagues, I summarized what seemed to me to be their main ideas.

**RESUMEN** | Los autores fueron invitados a escribir un artículo para la sección 3 de la Revista APEduC, elaborando una propuesta de agenda para "research and practice in the SM&T Education" en vista del desafío planteado por la emergencia climática global. Después de leer y analizar las contribuciones de los colegas invitados, resumí lo que me parecieron sus ideas principales.

## 1. AGENDA PARA ARTICULAR INVESTIGAÇÃO E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO EM SM&T

Em 2019, um grupo internacional de cientistas apresentou um artigo no qual destacaram um conjunto de dados recolhidos nos últimos anos que fornecem evidências inegáveis de mudanças climáticas aceleradas por ação antropogénica no planeta (Ripple et al., 2020).

Esta foi a base para as ideias desenvolvidas pelos autores, que deram relevo à ideia de que os formadores devem abordar as alterações climáticas em conjunto com a justiça climática.

A importância do ensino contextualizado é destacada pelos autores nesta revista. Costa, Loureiro e Sánchez (2020) apontam o cinema contra o hegemónico para contextualizar as ações de formação no campo da educação em ciências e tecnologia. De facto, denunciar crimes socioambientais, que expressam o desejo de reparação e justiça social expresso pelas inúmeras vítimas que sofrem de desastres ambientais, pode ser o ponto de partida para identificar problemas, desencadear debates, pensamentos críticos e buscar soluções nas quais os alunos possam ter um papel ativo. De acordo com essa ideia, Marín (2020), argumenta que é necessário trazer problemas socioambientais para a discussão crítica com os alunos das aulas de ciências, como a desigualdade de rendimentos que resulta no consumo excessivo de alguns grupos sociais, enquanto a grande maioria não tem acesso ao básico. Defendendo a perspetiva do ensino através de questões socio-científicas (Sadler, Romine & Topçu, 2016), Marín (2020) diz que os alunos devem ser incentivados a entender, posicionar-se e formular soluções para esses problemas socioambientais nos quais o conteúdo científico está envolvido. De acordo com essa visão, Kyle (2020) argumenta que, em todas as escolas do mundo deve emergir uma agenda de pesquisa em ciências, matemática e educação tecnológica, focada nos desafios globais de importância local e alterações climáticas.

O ensino baseado nessas questões socioambientais mostra claramente a importância da articulação com outros atores. Como aponta Marín (2020), é importante "pular a cerca da escola" para construir propostas curriculares que promovam diálogos com outros atores territoriais, levando os alunos a serem formados com competências de pesquisa científica, para identificar problemas, estabelecer diálogos com outras entidades e encontrarem soluções para os problemas identificados. De fato, como afirma Kyle (2020), os professores estão numa posição única para facilitar o diálogo, a ação e a transformação social, colaborando com jovens, escolas e comunidade, tornando-os agentes ativos no processo de prevenção das alterações climáticas. Kyle (2020) sugere que, idealmente, essa orientação educacional facilitará o surgimento de organizações comunitárias lideradas por jovens.

Marín (2020) salienta a importância dessa abordagem em áreas ou países com muitas dificuldades económicas e zonas geográficas vulneráveis aos impactos da emergência climática, como inundações, incêndios florestais, secas e outros. Ele acredita que o tema das mudanças climáticas deve estar relacionado com as raízes históricas e económicas das populações (produção capitalista, relações coloniais na posse da terra). Ele também argumenta que o ensino de ciências não é neutro nem desprovido de propósitos políticos e lembra os objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Assembleia Geral das Nações Unidas, que se propõe a erradicar a pobreza em todas as suas formas, acabar com a fome, promover a agricultura sustentável, garantir educação inclusiva e equitativa, promovendo a igualdade de gênero, e de acesso a recursos essenciais como água e a condições de emprego decentes, reduzindo a desigualdade entre e dentro dos países.

Kyle (2020), Marín (2020) e Costa, Loureiro e Sánchez (2020) enfatizam a necessidade de promover nas escolas reflexões e ações que alterem os atuais modelos de decisão política influenciados por interesses económicos e padrões de consumo. Kyle (2020) afirma que o capitalismo obstruiu as ações pelo clima que foram decididas em várias conferências mundiais através da permanente busca por crescimento económico e lucros corporativos de curto prazo, consumismo, ganância corporativa em relação ao livre comércio, desregulamentação e privatização, consumo excessivo de recursos naturais e o flagrante desrespeito pela ciência. Ele afirma que este modelo de decisão conduz a desequilíbrios sociais, à exploração desenfreada dos recursos, com o crescimento insustentável, que muitas vezes resulta em desastres sociais, como o exemplo dramático de Vila de Regência, no Brasil, foz do Rio Doce, que deixou a vida das pessoas virada do avesso após o colapso da barragem em Mariana (Minas Gerais-Brasil) em 2015 (Costa, Loureiro e Sánchez, 2020). Marín chama a atenção para o facto de que a mudança climática e a desigualdade social são duas manifestações inevitáveis do modelo económico globalizado acelerado pelo desenvolvimento tecnológico. Assim, ele argumenta que os professores devem contextualizar os conceitos que ensinam usando problemas concretos nos territórios escolares, pensando em mitigar o impacto local das mudanças climáticas e reduzir as desigualdades.

Para promover esta mudança, é importante fomentar a articulação interdisciplinar. De facto, além da ciência, da matemática e da cidadania, envolver outras áreas como línguas e artes. Como lembra Kyle (2020), muitos dos jovens que lideram a luta pela sustentabilidade, usam a música e a arte para promoverem a sua mensagem e apelam às pessoas que usem o que as apaixona para lutarem por esta causa. Um desenho, um poema, uma música ou um filme produzido pelos alunos pode ser um veículo importante para chegar aos pais e aos decisores políticos.

De fato, como aponta Kyle (2020), o mundo aguarda nova liderança, estando os jovens a liderar atualmente os protestos contra as alterações climáticas e a influenciar os políticos e a opinião pública. É crucial que os professores sigam e apoiem os alunos nessa mudança.

## REFERÊNCIAS

- Costa, R. N., Loureiro, R., & Sánchez, C. (2020). From mud to chaos: A proposal for teacher training at the interface between community-based environmental education, cinema and climate change. *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 161–167.
- Kyle, W. C., Jr. (2020). Youth are demanding action regarding climate change: Will educators have the wisdom and courage to respond? *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 150–160.
- Marín, Y. A. O. (2020). Science education and social justice in times of climatic emergency. *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 145–149.
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T.M, Barnard, P., Moomaw, W.R. (2020). World Scientists' Warning of a Climate Emergency, *BioScience*, Volume 70, Issue 1, January 2020, 8–12.
- Rodrigues, M. A. (2020). Learn with meaning(s), act locally, educate for global emergency. *APeDuC Revista/APeDuC Journal*, 1(1), 168–174.
- Sadler, T.D., Romine, W.L. & Topçu, M.S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assesment study. *International Journal of Science Education*, 38 (10), 1622-1635.

**APRENDER COM A NATUREZA E A DIMENSÃO PEDAGÓGICA DOS CONFLITOS  
AMBIENTAIS: ABORDAGEM DA ECOLOGIA POLÍTICA NAS DISCUSSÕES DO CLIMA**

LEARNING FROM NATURE AND THE PEDAGOGICAL DIMENSION OF ENVIRONMENTAL  
CONFLICTS: ADDRESSING POLITICAL ECOLOGY IN CLIMATE DISCUSSIONS

APRENDER DE LA NATURALEZA Y LA DIMENSIÓN PEDAGÓGICA DE LOS CONFLICTOS  
AMBIENTALES: ABORDAJE DE LA ECOLOGÍA POLÍTICA EN LOS DEBATES SOBRE EL CLIMA

**Rafael Nogueira Costa<sup>1</sup>, Robson Loureiro<sup>2</sup>, Celso Sánchez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup>Núcleo de Estudos e Pesquisas em Filosofia, Educação e Linguagens, Universidade Federal do Espírito Santo,  
Brasil

<sup>3</sup>Grupo de Estudos em Educação Ambiental Desde El Sur, Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro, Brasil  
rafaelnogueiracosta@gmail.com

**RESUMO** | Como as práticas científicas e educativas podem contribuir com os desafios determinados pelas mudanças climáticas globais? O objeto de pesquisa são reflexões produzidas em três países: Colômbia, Portugal e EUA. A hipótese deste trabalho é que as práticas voltadas para a compreensão da realidade, a partir da análise dos conflitos, são fundamentais para o entendimento das mudanças climáticas. Com base na Ecologia Política consideramos urgente a ampliação do debate sobre a problemática das discussões do clima.

**ABSTRACT** | How can scientific and educational practices contribute to the challenges posed by global climate change? The object of research is a set of reflections produced in three countries: Colombia, Portugal, and the USA. This work hypothesizes that practices aimed at understanding reality, based on the analysis of conflicts, are fundamental for understanding climate change. Based on Political Ecology, we consider it urgent to expand the debate on the issue of climate discussions.

**RESUMEN** | ¿Cómo pueden las prácticas científicas y educativas contribuir a los desafíos planteados por el cambio climático global? El objeto de la investigación son reflexiones producidas en tres países: Colombia, Portugal y Estados Unidos. La hipótesis de este documento es que las prácticas destinadas a entender la realidad, basadas en el análisis de conflictos, son fundamentales para comprender el cambio climático. Con base en la ecología política, consideramos urgente ampliar el debate sobre el tema de las discusiones climáticas.

## 1. ARTICULAÇÃO ENTRE PESQUISA E PRÁTICAS EDUCATIVAS

Nesta seção, articulamos práticas científicas e educativas voltadas para o campo da educação científica e tecnológica, com o objetivo de enfrentar os desafios globais impostos pela emergência climática. Para isso, dialogamos com as contribuições de três educadores e pesquisadores de países distintos: Margarida Rodrigues (Portugal), William Kyle (USA) e Yonier Marín (Colômbia), das quais tecemos algumas propostas.

De maneira propositiva, destacamos algumas pequenas contribuições que esperamos que possam ser úteis para o avanço da educação científica e tecnológica. Desta forma, evidenciamos a plataforma EAtlas - *Global Atlas of Environmental Justice*<sup>1</sup> como espaço pedagógico. Esta plataforma registra, documenta e cataloga os conflitos sociais em torno das questões ambientais no mundo. No Brasil, iniciativa parecida foi desenvolvida por cientistas da Fundação Oswaldo Cruz, uma instituição pública vinculada ao Ministério da Saúde. O *Mapa de Conflitos envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde*<sup>2</sup> no Brasil registra atualmente 605 conflitos situados em diferentes contextos, por isso o olhar sobre os territórios se faz importante.

A dimensão pedagógica dos conflitos ambientais tem sido tema de interesse de diversos grupos (Menezes et al., 2018; Loureiro, 2019), que pensam de maneira crítica o projeto neoliberal, inspirados em análises sobre a América Latina e no debate sobre a Ecologia Política realizado por Enrique Leff, Arturo Escobar, Hector Alimonda, entre outros. Nesse conjunto de debates teóricos, que começam a ganhar corpo a partir dos anos 2000, a natureza é entendida como espaço em disputada. Dessa forma, grupos hegemônicos estabelecem uma relação de apropriação dos corpos, da biodiversidade e dos conhecimentos (Salgado, Menezes & Sánchez, 2019). Esses grupos agem, inclusive, nos currículos escolares, nos *media* e na construção das subjetividades por meio da *indústria cultural*, que entre outras coisas reduz a arte a mercadoria (Adorno, 2011; Loureiro, Della Fonte & Oliveira, 2017).

Estes debates, em torno da dimensão pedagógica dos conflitos ambientais, bem como dos mapas nos ensinam que a pesquisa e a educação precisam estar contextualizadas com as realidades locais e globais, para além das ações individuais e comportamentais.

Os desafios globais impostos pela emergência climática nos fazem refletir e propor a criação de um espaço comunicacional, visando o intercâmbio de experiências e a livre expressão por meio de textos, fotografias, músicas e pela produção audiovisual compartilhada por pessoas interessadas, ativistas e cientistas, visando dar maior visibilidade à temática. Um canal de comunicação global, polissêmico e colaborativo que intitulamos *Circuito Global pelo Clima*. Ainda como contribuição, destacamos a atuação da Rede Internacional de Pesquisadores em Justiça Climática e Educação Ambiental<sup>3</sup> (REAJA), registrado na Universidade Federal do Mato Grosso e coordenado pela cientista, educadora e artista Michele Sato.

Por fim, concordamos com as perspectivas apresentadas, que apontam para um fazer científico contrário a neutralidade e para o direcionamento da educação, em prol de um planeta mais saudável. Apostamos nas conexões entre o aprender com a natureza e aprender a partir

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://ejatlas.org/>. Acesso: 26 mar. 2020.

<sup>2</sup> Disponível em: <http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/>. Acesso: 11 abr. 2020.

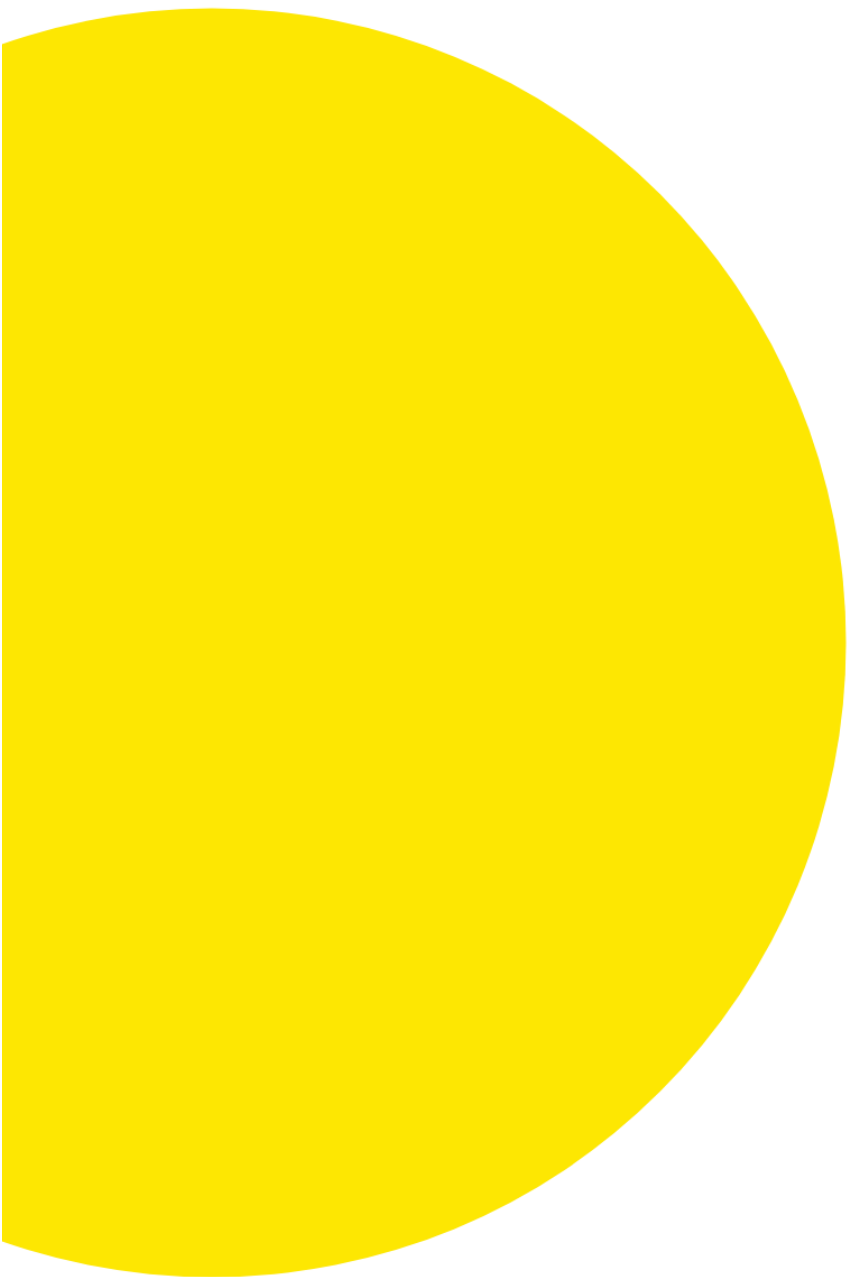
<sup>3</sup> Disponível em: <https://gpeaufmt.blogspot.com>. Acesso: 11 abr. 2020.

de conflitos socioambientais como abordagens importantes da Ecologia Política atenta à realidade das mudanças climáticas globais.

Assim, compreendemos que este debate encontra-se ancorado na proteção da biodiversidade e na diminuição das desigualdades sociais. Além disso, os textos nos fizeram refletir sobre questões fundamentais como: valorização dos profissionais da educação, reestruturação dos currículos, o estímulo ao exercício do diálogo e do saber ouvir - que possibilita trazer para sala de aula as narrativas dos oprimidos e dos jovens. Dessa forma, fica uma dúvida: quantos vírus e guerras serão necessários para a diminuição da temperatura do planeta?

## REFERÊNCIAS

- Adorno, T. (2011). *Teoria estética*. Edições 70. (1). <https://bit.ly/33LpKXw>
- Costa, R. N., Loureiro, R., & Sánchez, C. (2020). From mud to chaos: A proposal for teacher training at the interface between community-based environmental education, cinema and climate change. *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 161–167.
- Kyle, W. C., Jr. (2020). Youth are demanding action regarding climate change: Will educators have the wisdom and courage to respond? *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 150–160.
- Loureiro, C.F.B. (2019). Questões ontológicas e metodológicas da educação ambiental crítica no capitalismo contemporâneo. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 36, 79-95. DOI: <https://doi.org/10.14295/remea.v36i1.8954>
- Loureiro, R., Della Fonte, S.S., & Oliveira, T.S. (2017). Catarse e educação dos sentidos: a contribuição da filosofia estética de Theodor Adorno. *Educação e Filosofia*, 31, 1-24. DOI: <https://doi.org/10.14393/REVEDFIL.issn.0102-6801.v31n62a2017-p695a726>
- Marín, Y. A. O. (2020). Science education and social justice in times of climatic emergency. *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 145–149.
- Menezes, A.K., Sánchez, C., Camargo, D.R, Stortti, M.A. & Costa, R.N. (2018). *Educação Ambiental desde El Sur*. Macaé: NUPEM, (1). <https://www.macaue.ufrr.br/nupem/index.php/novidades-slideshow/919-educacao-ambiental-desde-el-sur>
- Rodrigues, M. A. (2020). Learn with meaning(s), act locally, educate for global emergency. *APEduc Revista/APEduc Journal*, 1(1), 168–174.
- Salgado, S.D.C., Menezes, A.K. & Sanchez, C. (2019). A colonialidade como projeto estruturante da crise ecológica e a educação ambiental desde el sur como possível caminho para a decolonialidade. *Revista Pedagógica*, Chapecó, 21, 597-622. DOI: <http://dx.doi.org/10.22196/rp.v22i0.5025>



**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 DO LIVRO “21 LIÇÕES PARA O SÉCULO XXI” (2018) DE YUVAL  
NOAH HARARI**

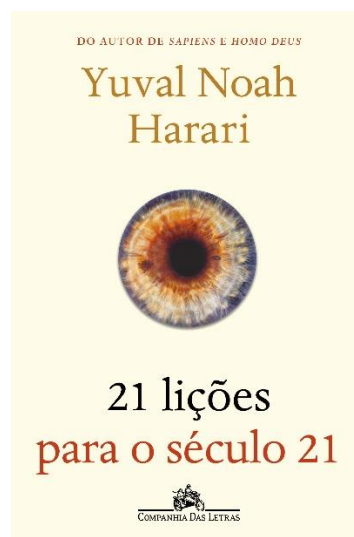
CRITICAL REVIEW OF THE BOOK “21 LESSONS FOR THE 21ST CENTURY” (2018) FROM YUVAL  
NOAH HARARI

RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO "21 LECCIONES PARA EL SIGLO XXI" (2018) DE YUVAL NOAH HARARI

**Cecília Galvão**

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal  
cgalvao@ie.ulisboa.pt

Ninguém consegue prever o futuro. O mais perto que temos dessa capacidade são os livros e os filmes de ficção científica, em que a imaginação prodigiosa dos autores, assente em informação científica ou em especulação, nos maravilha ou amedronta. No entanto, a análise crítica da realidade, alicerçada em acontecimentos do passado e com o suporte do avanço científico e tecnológico, pode constituir um exercício importante sobre um futuro imprevisível, incerto e que afeta toda a humanidade. É o caso do livro 21 Lições para o século XXI, de Yuval Harari, historiador israelita, um pensador exímio que nos obriga também a pensar sobre acontecimentos e riscos, talvez não muito distantes, tendo em conta o desenvolvimento da Biotecnologia e da Inteligência artificial (IA).



**Figura 1** Capa do livro

Em cinco partes, cada uma delas dedicada a uma temática específica (O Desafio tecnológico, O Desafio Político, Desespero e Esperança, Verdade e Resiliência) e, por sua vez, subdividida de forma mais específica, constituindo as tais 21 Lições, o autor faz-nos percorrer informação rigorosa para dar resposta a múltiplas questões, organizadoras de um texto claro, rico e perturbador. “Num mundo pejado de informação irrelevante, a lucidez dá-nos poder” (p.13). Esta é a primeira frase do livro e que marca toda a obra. Nos capítulos seguintes discute, por exemplo, novas formas de emprego, dado o avanço da tecnologia (Trabalho, *quando fores grande talvez não tenhas profissão*, p. 41); o controlo da informação sobre todos nós (Liberdade, *the big Data está de olho em ti*, p. 69); os problemas da imigração (Imigração, *algumas culturas podem ser melhor do que outras*, p. 169), em que discute, sob vários pontos de vista, as várias reações que refugiados e imigrantes provocam na Europa. E ainda, o Terrorismo, a Religião, a Ignorância, a Justiça, a Educação. Diz, na página 299, “Um bebé que nasça hoje terá trinta e poucos anos em 2050. Se tudo correr bem, ainda andarás por cá em 2100, e poderá ser até um cidadão muito ativo no século XXII [...] Que tipo de aptidões precisará ele ou ela para ter um emprego, compreender o que se passa à sua volta ou orientar-se no labirinto da vida? Infelizmente, uma vez que ninguém sabe que aspeto terá o nosso mundo em 2050 – já para não falar de 2100 – não conhecemos a resposta a estas perguntas.” Pode parecer-nos que pouco temos a fazer dada a constatação deste facto. Antes pelo contrário, é esta consciencialização que nos obriga a olhar para um futuro que pode tornar-se perturbador. O que Harari nos diz é que o futuro próximo exige de nós a compreensão das várias perspetivas em causa e é perigoso se recusarmos alternativas. O conhecimento de nós faz parte desta consciência, exigindo adaptação e capacidade de mudança constante.

Este é um livro de não-ficção, muito envolvente, talvez porque a sua escrita se articule de forma narrativa. O autor alerta-nos para a necessidade de saber e intervir, quer se trate do colapso ecológico ou a desestabilização pela IA. Mesmo que não se concorde com ele em todas as temáticas, este é um livro fascinante a que se deve regressar e usar para discutir assuntos prementes da sociedade. “Serão os algoritmos a decidir por nós quem somos e o que devemos saber acerca de nós mesmos. [...] Se fizermos o esforço, ainda conseguimos investigar quem realmente somos. Mas se queremos aproveitar esta oportunidade, o melhor é fazê-lo já” (p.362). O livro termina assim, com um repto que não podemos ignorar.

## REFERÊNCIAS

Harari, Y. (2018). *21 Lições para o século XXI*. Amadora: ELSINORE.

**RECENSÃO CRÍTICA DA OBRA - APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS:  
FUNDAMENTOS PARA APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO E NA FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES**

CRITICAL REVIEW OF THE BOOK - PROBLEM-BASED LEARNING: GROUNDS FOR APPLICATION IN  
HIGH SCHOOL AND TEACHER TRAINING

RESEÑA CRÍTICA DE LA OBRA - APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: BASES PARA LA  
APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA Y LA FORMACIÓN DE PROFESORES

**Salete Linhares Queiroz**

Universidade de São Paulo, Brasil  
salete@iqsc.usp.br



**Figura 1** Capa do livro

A obra em questão trata da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), ou *Problem-Based Learning* (PBL), estratégia educacional que vem consolidando-se na Educação em Ciências. As seguintes temáticas perpassam o texto organizado por Lopes, Silva Filho e Alves: a natureza dos problemas apresentados aos educandos e os processos que levam à sua construção, os métodos de avaliação empregados e os desdobramentos da aplicação da estratégia associada à

formação de professores. A obra, de acesso gratuito no Portal eduCapes, trata ainda de divulgar os fundamentos do modelo de construção de problemas conhecido como 3C3R e traz em seu bojo um conjunto deles vinculados à área de Ciências Naturais. A preocupação dos autores em discutir os conceitos centrais da ABP, o ciclo de aprendizagem no qual se pauta e o papel desempenhado pelos atores envolvidos no referido ciclo torna a leitura recomendável para aqueles que iniciam as suas ações pedagógicas nesse campo. Ademais, a obra lança luzes sobre a aplicação da ABP junto a estudantes do Ensino Médio da Educação Profissional Tecnológica, sendo esse contexto educativo ainda pouco explorado em trabalhos reportados na literatura sobre a estratégia. A obra, portanto, traz contribuições capazes de subsidiar o desencadeamento de processos de ensino-aprendizagem comprometidos com a colocação do estudante em papel ativo, conferindo-lhe autonomia e responsabilidade frente ao seu próprio aprendizado.

## **REFERÊNCIAS**

LOPES, R., MOACELIO FILHO, V. S., & Alves, N. G. (2019). Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores.

**RECENSÃO CRÍTICA DO LIVRO "O SENTIDO DA MATEMÁTICA E A MATEMÁTICA DO SENTIDO" DE SANDRA MARIA NASCIMENTO DE MATTOS**

CRITICAL REVIEW OF THE BOOK "THE MEANING OF MATHEMATICS AND THE MATHEMATICS OF THE MEANING" BY SANDRA MARIA NASCIMENTO DE MATTOS

RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO "EL SENTIDO DE LAS MATEMÁTICAS Y LAS MATEMÁTICAS DEL SENTIDO" DE SANDRA MARIA NASCIMENTO DE MATTOS

**Ubiratan D'Ambrosio**

Universidade Estadual de Campinas, Brazil  
 ubi@usp.br

Neste livro a autora reflete sobre o desencanto dos alunos com a matemática. Nessas reflexões, fruto de sua vasta experiência como professora, a autora dá especial atenção aos fatores sensorial, emocional e afetivo, e observa que, para a maioria dos alunos, a matemática formal, com seu pretensão rigor, não faz sentido. Ela reconhece que as maiores dificuldades dos alunos são ligadas à personificação que os alunos fazem da disciplina e do professor. Essa abordagem é muito original, pois a matemática é considerada difícil pelos alunos antes mesmo de terem a primeira aula. O aluno começa a escola achando que matemática vai ser muito difícil. E as práticas escolares muitas vezes reforçam, dão razão, a essa percepção. O aluno se sente perdido e o professor é visto como o algoz. A prática pedagógica proposta pela autora parte do reconhecimento que a matemática é praticada por todos os seres humanos, necessária em todos os momentos da vida e que há uma maneira matemática de estar no mundo recorrendo às práticas do cotidiano. A intenção dessa prática é dar sentido à matemática. A missão do educador é buscar a matemática do sentido. Lamentavelmente a matemática é apresentada nos sistemas escolares como uma disciplina formal, seguindo regras e normas rígidas, o que causa rejeição de grande parte dos alunos e, conseqüente, o baixo rendimento escolar e mesmo a evasão.

Excelente a ideia de Sandra de abordar esse tema no contexto do Programa Etnomatemática, que é um programa holístico de pesquisa e prática pedagógica. Como tal, o sensorial, o emocional e o afetivo estão totalmente integrados na busca do saber e do fazer matemático. O Programa Etnomatemática considera grupos culturais e etnicamente diferenciados, bem como grupos de profissionais especializados. Mas vai além e tem como foco entender como a espécie humana desenvolveu seus meios para sobreviver na sua realidade natural, sociocultural e imaginária. A autora propõe, com inúmeros exemplos e embasamento teórico, estratégias didáticas e pedagógicas para praticar a Etnomatemática nas escolas. Observa que a Etnomatemática empodera alunos, pois tem raízes nas suas tradições culturais e pode, como consequência, despertar orgulho das suas origens e felicidades no fazer escolar. A matemática formal, apresentada como um amontoado de regras, proposições e fórmulas, numa linguagem hermética, é inibidora do aprendizado. A

Etnomatemática, que recorre a fatos culturais e ao dia-a-dia do aluno, facilita o aprendizado da matemática formal que, sem dúvida, é muito importante para que o jovem se integre na sociedade moderna. Sem perder o rigor acadêmico, a autora tem um estilo fluente, o que facilita a leitura do livro. A organização é muito boa e deve se destacar a rica bibliografia. Resumindo, este livro é uma notável contribuição à literatura em educação, em particular na educação matemática.

## REFERÊNCIAS

Mattos, S. M. (2020). *O sentido da matemática e a matemática do sentido*. Aproximações com o programa etnomatemática, São Paulo: Editora Livraria da Física. ISBN 978-85-7861-653-3

## RECENSÃO CRÍTICA DE “LÁ FORA, GUIA PARA DESCOBRIR A NATUREZA”

### CRITICAL REVIEW OF “OUTSIDE, GUIDE TO DISCOVER NATURE”

### RESEÑA CRÍTICA DE “AHÍ FUERA, GUÍA PARA DESCOBRIR LA NATURALEZA”

**Maria Francisca Macedo**

Professora do Ensino Básico e escritora, Portugal  
macedo.mariafrancisca@gmail.com

O livro *Lá Fora* é um guia para descobrir a natureza que nos rodeia, como declara a capa, mas é também um livro que transborda beleza e sensibilidade, provocando o leitor a olhar toda a vida, natureza e mudança que o rodeia.

Escrito por duas biólogas, revisto por uma equipa de especialistas e ilustrado por um artista, este livro pretende despertar a curiosidade sobre a fauna, a flora e todo o mundo natural. Inclui propostas de atividades, para ajudar o leitor ganhar balanço, sair de casa e descobrir, ou simplesmente contemplar, todo o mundo incrível que existe lá fora.

Apesar de ser um instrumento de exploração para crianças e, por isso, estar escrito numa linguagem acessível a idades mais tenras, este livro pode agradar igualmente o público adulto e instruído, que descobrirá nele curiosidades que não sabia.

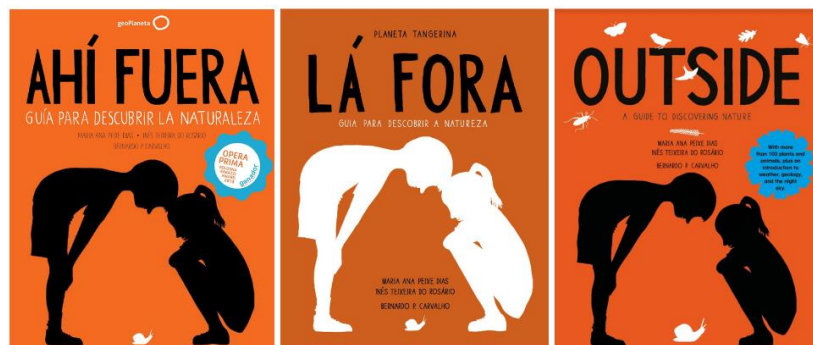


Figura 1 Capas do livro no original e em duas versões traduzidas.

As ilustrações alternam-se, de acordo com o objetivo. Se, em algumas páginas, se encontram desenhadas, com rigor científico, borboletas, aves e plantas, noutras encontram-se ilustrações artísticas, com uma componente poética, que tornam este livro um projeto gráfico de elevada qualidade estética, sem descurar a qualidade científica. O livro é um êxito desde o início, sendo traduzido em várias línguas e tendo vencido, entre outros, o prémio *Opera Prima* da Feira



Internacional do livro infantil de Bolonha em 2015, e sendo aconselhado pelo Plano Nacional de Leitura.



Figura 2 Exemplo de ilustração artística (esquerda) e científica (direita), ambas presentes no Guia.

Em contexto escolar, este livro torna-se uma provocação: desafiando a escola a explorar o mundo natural. Por fundir com maestria diversas áreas de conhecimento, pode, inclusivamente, apoiar trabalho por projetos e facilitar a flexibilidade curricular. Pode também ser levado na mochila e nada impede de que seja aberto em qualquer lugar: seja ele no meio de uma floresta selvagem, de um jardim urbano, da varanda ou até numa paragem de autocarro.

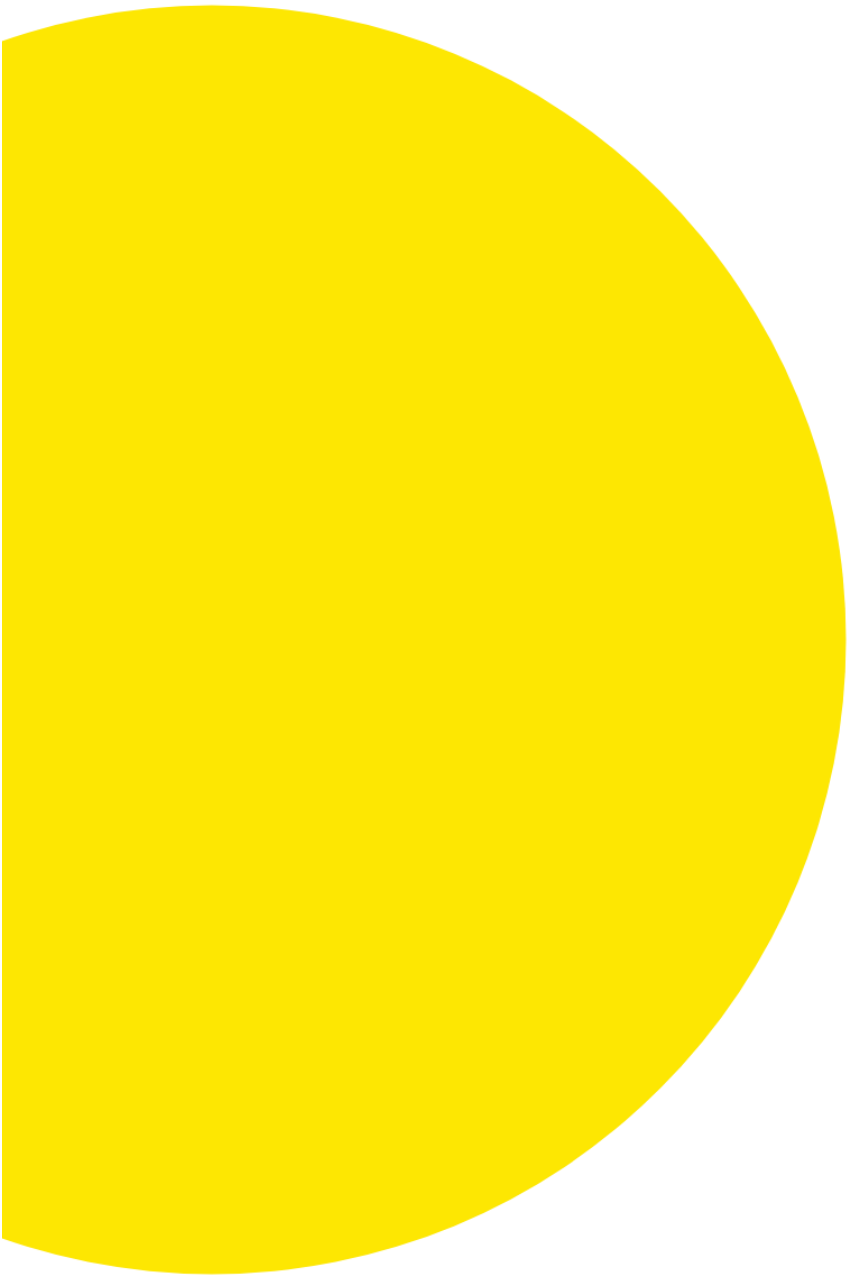


Figura 3 Índice, com os diferentes conteúdos, e dupla página de abertura de conteúdo.

Segundo as autoras, "(...)quanto mais informados estivermos, melhor conseguiremos apreciar e conservar as belezas e riquezas do mundo natural. [...] sabemos por experiência própria como o contacto com a na nos faz bem. Ir lá para fora é relaxante e divertido, pode tornar-nos mais desembaraçados e criativos, mais atentos e confiantes." (Dias, M. A, Rosário, I., T, Lá Fora, 2016). Por isso mesmo imbuíram a Biologia, a Geologia e a Astronomia num completo guia que prova que, lá fora, há um enorme mundo à espera de ser descoberto.

## REFERÊNCIAS

Dias, M. A, Rosário, I., T, (2016). *Lá Fora: Guia para descobrir a Natureza*. Planeta Tangerina. <https://www.planetatangerina.com/pt-pt/loja/la-fora/>



**S5**

TEM A PALAVRA...

—

GIVING THE FLOOR...

# S5

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

---

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

---

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

TEM A PALAVRA... FÁTIMA PAIXÃO

GIVING THE FLOOR... FÁTIMA PAIXÃO

TIENE LA PALABRA... FÁTIMA PAIXÃO

## 1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY

Fátima Paixão é Professora Coordenadora com Agregação na área de Supervisão e Didática das Ciências, na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco. É membro efetivo do Centro de Investigação Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores (CIDTFF), sediado na Universidade de Aveiro. Desenvolve intensa atividade como investigadora com publicações em livros e capítulos de livros bem com artigos em revistas internacionais. É membro fundador e atualmente é Presidente da Direção da Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC.

*Fátima Paixão is a Coordinator Professor with Agregation in Supervision and Science Education area, at School of Education of the Polytechnic Institute of Castelo Branco. She is a full member of the Research Centre on Didactics and Technology in the Education of Trainers is a Research (CIDTFF), based at the University of Aveiro. She develops intense activity as a researcher with publications in books and book chapters as well as papers in international journals. She is a founding member and currently is the President of the Board of the Portuguese Association for Education in Sciences - APEduC.*

## 2. A PALAVRA À PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – APEduC

Tomo a palavra para partilhar a satisfação de ver publicada a revista da *Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEduC)*, alcançando-se, assim, mais um dos objetivos enunciados nos Estatutos da Associação, e tornando-se realidade o compromisso assumido pela atual Direção, dando seguimento ao que já era desejo da Comissão Instaladora da Associação.

A concretização pública da APEduC, em 2015, seguida da constituição dos seus primeiros órgãos sociais eleitos, em 2018, veio trazer uma nova dinâmica à comunidade portuguesa de Educação em Ciências e ao *Encontro Nacional de Educação em Ciências (ENEC)*; faltava, contudo, um elo de comunicação de investigação e de inovação das práticas, incluindo contextos formais e não-formais e todos os graus e níveis de educação e ensino. A **APEduC Revista - Revista de Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia** assume, a partir de agora, essa função de ligação.

Cabe à **APEduC Revista** promover, ampliar, divulgar e estabelecer um profícuo diálogo integrador das várias ciências, naturais, experimentais, matemáticas, e da tecnologia com a sociedade, tal como os Estatutos da Associação preconizam. Não significa que alguma delas perca a sua natureza e objetivos próprios; significa que todas elas se assumem como relevantes para o desenvolvimento de uma humanidade melhor incluída num tempo de acelerado desenvolvimento tecnológico. Porque o incremento da cultura científica, indispensável para o exercício ativo e consciente da cidadania, se alicerça numa Educação em Ciências guiada pela investigação, necessariamente, transposta para as práticas. E o tempo em que estamos a viver, planetariamente, no momento em que a **APEduC Revista** inicia a sua publicação, com a pandemia do CORONA-Vírus-19 no auge da sua atividade, exige que a sociedade, a ciência e a educação em ciências se unam numa luta que ninguém pode ignorar ou alhear-se.

Em boa hora, apelando ao pleno significado dos deveres do associado de “colaborar na prossecução dos objetivos da Associação” e de “colaborar nas iniciativas para que for solicitado pelos órgãos sociais, assegurando o bom desenvolvimento das mesmas”, tal como preconizam os Estatutos, e da vontade de dar concretamente à Associação uma dimensão de descentralização, em várias regiões do país, a direção da APEduC, convicta de que o projeto da Revista, na base do que eram as suas aspirações, ficaria bem entregue, convidou o associado Bernardino Lopes, docente da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, para o desenvolver. A Direção agradece-lhe a pronta aceitação de conduzir o enorme desafio que representa pôr de pé uma publicação científica periódica com as características da **APEduC Revista**. A Associação agradece também à Equipa Editorial e à Comissão Científica da Revista.

O primeiro número da **APEduC Revista** aqui está, e conta com os associados da *Associação Portuguesa de Educação em Ciências* para nela se integrarem através da leitura, da publicação de investigação e de inovação nas práticas de ensino e de divulgação das ciências, e para a sua difusão pela comunidade de Educação em Ciências nacional, dos países de língua portuguesa, da comunidade ibero-americana e, em sentido lato, pela comunidade internacional.

### 3. ENTREVISTA

*1 – Atualmente é uma professora e investigadora reconhecida pela comunidade de Educação em Ciência. O que a levou a iniciar este percurso e quando começou?*

O percurso foi-se construindo com alunos, professores e investigadores com quem fui tendo o privilégio de me cruzar. Sempre pensei que é com os outros que nos tornamos pessoas e com eles nos desenvolvemos e que são eles que nos reconhecem no que somos e nos enriquecem. A comunidade de Educação em Ciências, nacional e internacional, à imagem das diversas comunidades científicas, avança com o conhecimento produzido pelos seus membros, trabalhando em grupo, atravessando todas as fronteiras. Contudo, há sempre pontos de partida, mesmo que não tenham tido início em data certa, que são cruciais. Sempre quis ser professora de Física e Química no ensino básico e secundário e essa é a minha formação académica de base. Ter sido professora foi o primeiro passo, uma vez que era recorrente enfrentar-me com questões na minha prática de ensino para as quais não obtinha resposta, e isso fez-me partir para os campos da investigação em busca de soluções. No primeiro ano como professora efetiva, aceitei ser orientadora de estágio e, alguns anos mais tarde, enveredei pela formação de educadores e professores na Escola Superior de Educação de Castelo Branco, a minha terra natal. O que mais

me entusiasmava era o diálogo construtivo que se estabelecia, nestas situações, entre orientadora e formandos. Foi talvez esta sensação de que a formação se desenvolve com reflexão sobre a prática, e que, afinal, em Portugal cresciam comunidades que investigavam em supervisão e em didática das ciências, que me fez ir em busca de formação e integração na comunidade de educação em ciências, na Universidade de Aveiro. Por lá encontrei bons colegas e professores, hoje, muitos deles, amigos e parceiros na investigação. E a partir daí alarguei os contactos com gente de excelência, pessoal e investigativa, no país e fora dele.

*2 – Como liga o trabalho que desenvolve como professora e investigadora com o da presidência da Direção da APEduC?*

Se não desenvolvesse trabalho como professora e como investigadora na área da educação em ciências, não faria sentido, para mim, ser membro, e nesta ocasião, presidente da Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEduC). Por isso, ligo muito bem ambas as situações. Ser presidente da Direção da APEduC é estar atenta ao que a comunidade de professores e de investigadores, em Portugal, precisa, em primeiro lugar, para se juntar e unir em torno de causas comuns, e, depois, para desenvolver conhecimento e provocar mudanças efetivas na educação em ciências, em todos os níveis de educação e ensino e em todas as áreas e contextos. O trabalho é muito, mas não estou sozinha na direção; somos cinco pessoas que comungamos das mesmas ideias sobre a educação em ciência e isso facilita ser presidente.

*3 – Qual é a sua maior ambição como presidente da Direção da APEduC?*

Neste momento, a minha ambição, e grande, como presidente é ver a **APEduC Revista/APEduC Journal** ganhar o seu espaço e provocar efeitos significativos na comunidade de educação em ciências, que integra professores, educadores, investigadores, cientistas motivados e conscientes do papel da educação em ciências no progresso da sociedade. Mas tenho confiança que a Revista agora criada, primeira e única na área da educação em ciências, no país, vai fazer o seu caminho e vai constituir-se como um elo de ligação importante dessa comunidade.

Claro que as ambições de presidente são mais latas, correspondendo à implementação dos objetivos vertidos nos Estatutos da Associação e, em relação a alguns, ainda não foi possível dar-lhes visibilidade e efetivá-los. Todavia, o tempo ainda não é muito. Vale a pena dizer que alguns deles estão a ser desenvolvidos, como é o caso da criação de núcleos regionais por associados que se têm empenhado no desenvolvimento e na divulgação da Associação, nas regiões do país, o que vai ao encontro da descentralização e da implicação dos associados na vida da APEduC e contribuir para aumentar o número de associados.

A APEduC é dinâmica, e só faz sentido se for importante e útil, e, daí que a maior ambição seja torná-la uma grande associação que atue em prol da qualidade da educação em ciências, em Portugal, e na qual os associados encontrem motivos para o serem.

*4 – Em que medida é que as Ciências e Tecnologias podem preparar os cidadãos para lidar de forma racional e informada com os problemas sociais com os quais somos confrontados como, por exemplo, a Covid 19?*

As ciências e as tecnologias não salvam sozinhas, mas são uma parte inultrapassável da cadeia de salvamento, em casos de emergência, como aquele que estamos presentemente a viver, com a *Covid 19*. Os cientistas não estão na frente dos doentes, mas estão noutra frente através da criação dos medicamentos e dos aparelhos, incluindo os tão falados ventiladores, que são usados no combate e mitigação desta e doutras doenças que têm assolado as sociedades, por

todo o mundo. De facto, a *Covid 19* está a evidenciar o papel primordial das ciências e das tecnologias através das redes de comunicação social, e a ninguém passa despercebido que as ciências e tecnologias estão em permanência a ser pressionadas pela população e pelos meios de comunicação e que também estão a ser especialmente financiadas pelos governos dos países que têm sistemas científicos evoluídos. Numa vacina reside a esperança de vencer a guerra contra o ser vivo invisível que atinge, particularmente, os mais vulneráveis. Por isso, é todos os dias alvo de notícias, como que para produzir um efeito de acalmar as pessoas, muito através de imagens de laboratórios académicos e de indústrias. Muitos grupos de investigação, em vários laboratórios do mundo, estão a trabalhar arduamente, contra o tempo. Informam-nos que não é de um momento para o outro, mas certamente será mais rápida do que noutras situações do passado. As ciências e tecnologias podem fazer muito pela humanidade, mas não o fazem com um estalar de dedos, porque o conhecimento produzido tem de ser seguro e eticamente sustentado, e estes fatores funcionam como retardadores dos processos.

A ciência é um conhecimento construído de forma sistemática que se sustenta em evidências que dão respostas a questões. A educação em ciências, nos vários contextos e nas diversas formas que assume, tem um papel preponderante na preparação dos cidadãos para lidar de forma racional e informada com as questões do mundo físico e natural, próximo ou longínquo. O questionamento permanente e o rigor associados às ciências e tecnologias incentivam uma postura racional e crítica perante os desafios sociais que se colocam, cada dia com maior intensidade. São, pois, necessários educadores e professores cientificamente bem preparados e sensíveis, conscientes das potencialidades do conhecimento científico para a vida das pessoas e da sociedade. Certamente de mãos dadas com os cientistas que trabalham na construção do conhecimento científico e tecnológico.

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

Associação Portuguesa de Educação em Ciências (s/ data). APEDuC - Associação Portuguesa de Educação em Ciências. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <http://apeduc.ipcb.pt/>.

TEM A PALAVRA... BÁRBARA CARINE E COLEGAS

GIVING THE FLOOR... BÁRBARA CARINE AND COLLEAGUES

TIENE LA PALABRA... BÁRBARA CARINE Y COLEGAS

## 1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY

Bárbara Carine Soares Pinheiro é doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia, Brasil. É consultora pedagógica e fundadora da Escola Maria Felipa. E-mail: [soarespinheiro@gmail.com.br](mailto:soarespinheiro@gmail.com.br)

*Bárbara Carine Soares Pinheiro has a Ph.D. in Teaching, Philosophy and History of Sciences at Federal University of Bahia, Brazil. She is a pedagogical consultant and creator of the School Maria Felipa.*

Lorena Lacerda é licenciada em Museologia pela Universidade Federal da Bahia, Brasil. É secretária da Escola Maria Felipa. E-mail: [lorenlacre@gmail.com](mailto:lorenlacre@gmail.com)

*Lorena Lacerda is graduated in Museology at Federal University of Bahia. She is a secretary of the School Maria Felipa.*

Ian Andrade Cavalcante é Doutor em Educação pela Universidade Federal Fluminense, Brasil. É diretor e fundador da Escola Maria Felipa. E-mail: [prof.iancavalcante@gmail.com](mailto:prof.iancavalcante@gmail.com)

*Ian Andrade Cavalcante has a Ph.D. in Education by Federal University Fluminense, Brazil. He is a director and creator of the School Maria Felipa.*

## 2. ESCOLA MARIA FELIPA: POR UMA EDUCAÇÃO INFANTIL EMANCIPADORA E ANTIRRACISTA

No Brasil, um país que possui a maioria da sua população negra, existe a Lei 10.639, sancionada em 2003 pelo Presidente da República, que altera a Lei de Diretrizes e Bases, 1996, e institui a obrigatoriedade no ensino fundamental e médio, público e particular, do ensino de História e Cultura Africana e Afro-Brasileira. A referida lei tem especial importância para a divulgação e valorização do legado cultural africano que recebemos desde o século XVI, pois além de ampliar o conhecimento que temos dessa cultura, supõe um novo olhar sobre a história africana e afro-brasileira e suas possíveis relações como o percurso histórico brasileiro. Entretanto, em virtude do racismo institucional que vivemos em nosso país esta lei quase não é cumprida nas instituições de ensino. Nesse sentido a Escola Afro-brasileira Maria Felipa vai na contramão desse processo, compreendendo que o nosso compromisso social é educar por meio do desvelamento das estruturas hegemônicas de poder que segregam os indivíduos a partir da sua raça, religião, gênero, sexualidade, classe social, deficiência, dentre outros condicionantes



sociais. Para construirmos um modelo de educação revolucionário e emancipador, na nossa perspectiva, buscamos partir de uma ótica descolonizada de educação, que não omita os saberes tidos socialmente como hegemônicos, mas que também dê voz a outras narrativas desprivilegiadas e, por vezes, apagadas da nossa construção sócio-histórica. Nesse intuito, trazemos como conhecimentos históricos cruelmente subjugados os saberes africanos e afro-brasileiros, bem como os indígenas, que, na nossa concepção, precisam ser resgatados não apenas com a finalidade de promoção de justiça social, mas fundamentalmente como via de compreensão de quem nós somos, enquanto sujeitos, constituídos ancestralmente também por esses povos.

### 3. ENTREVISTA

*1 - Como diz Angela Davis, "não basta não ser racista, é preciso ser antirracista". Nesse sentido, gostaria que vocês falassem um pouco sobre qual a importância de uma escola antirracista?*

Uma escola antirracista se faz necessária, pois sendo o racismo uma opressão estrutural em nossa sociedade cabe a todos os complexos sociais atuarem no combate dessa hierarquização racial, principalmente a escola, pois esta possui um papel fundamental na construção das nossas subjetividades, enquanto pessoas negras ou não. Na escola aprendemos uma história errada que o velho mundo é o continente europeu e não o continente africano, aprendemos que os europeus descobriram as américas e apagamos a existência dos povos originários nestas terras, nos apropriamos da noção de que todos os importantes intelectuais do mundo são brancos e majoritariamente homens, que a história de pessoas negras se inicia com a escravidão, ou seja, nos apropriamos de uma série de equívocos que constroem um pertencimento étnico-racial negativo para pessoas negras e positivo para pessoas brancas. Pela via da escola, sem nenhum constrangimento por parte desta instituição, crianças brancas desde muito pequenas entendem que o mundo pertence a elas juntamente com seus espaços de poder. Em contrapartida, crianças negras são projetadas para um lugar social de negação estética, intelectual e porque não humano, que as acompanha com o estigma da subserviência. Neste sentido, cabe à escola não só apresentar os esquemas de opressão vividos por pessoas negras na sociedade, bem como os esquemas de privilégios vividos por pessoas brancas nesta mesma sociedade, como cabe, principalmente, reestruturar suas bases curriculares, saindo de uma cosmovisão essencialmente eurocêntrica, retirando o negro da condição de descendente de escravos e revelando ao mundo todo o pioneirismo intelectual e civilizatório protagonizado há milênios pelo continente africano.

*2 - A partir dessa proposta de uma educação antirracista, poderiam detalhar um pouco mais sobre o funcionamento da Escola Maria Felipa. E, em particular, a Educação em Ciências, é possível trabalhar partindo dessa perspectiva antirracista?*

Na escola Maria Felipa trabalhamos o antirracismo em uma perspectiva decolonial, fugindo de narrativas historiográficas totalizantes e pautando uma educação escolar assentada nos nossos três fundamentais marcos civilizatórios: o ameríndio, o africano e o europeu. Articulamos os eixos da ancestralidade, identidade e comunidade em uma afro-perspectiva Ubuntu com os campos de experiência previstos na Base Nacional Comum Curricular para a educação infantil. Nesse caminho, relacionamos esta abordagem com o ensino de Ciências, tanto a partir do cuidado com a natureza abraçando a premissa da indissociabilidade entre o EU e o

NÓS prevista na filosofia Ubuntu, entendendo uma natureza que necessariamente e simbioticamente co-existe comigo, bem como pautamos a educação científica apresentando as produções científico-tecnológicas de pessoas negras antes e após o contexto da diáspora escravagista nas Américas.

*3 - Pensando nas políticas relacionadas à Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, quais limites e possibilidades você considera importante para atingirmos uma educação comprometida com a justiça social, nesse momento de tantas incertezas, relacionadas tanto à pandemia, quanto ao crítico momento político que vivemos?*

O momento que vivemos no Brasil e no mundo é extremamente delicado tanto do ponto de vista político quanto existencial, no sentido da produção e reprodução da existência humana. No entanto, mesmo em meio ao caos e as incertezas que nos cercam algo de importante se destaca diante de um obscurantismo intelectual abraçado por parte da elite brasileira nos últimos tempos: a importância da Ciência! Em um contexto no qual movimentos terraplanistas e antivacinas ganhavam força, destaca-se o crescimento avassalador e destrutivo de uma doença ainda sem cura e sem vacina que mata milhares de pessoas em torno do mundo e que impõe o desafio a todos os centros de pesquisas biomédicas na face da terra de estudarem este vírus [Covid-19]. Não é qualquer papel que o conhecimento científico ocupa na atualidade e essa pandemia nos ensinou isso do modo mais contundente possível. Deste modo, torna-se ainda mais urgente repensar a questão da socialização engajada dos conhecimentos científicos para a população, principalmente pela via da escola, de um modo que estes conhecimentos se aproximem da população e mostrem que esta Ciência é um complexo social sensível às demandas coletivas humanitárias e não meramente uma servente do sistema capitalista, no desenvolvimento de tecnologias que promovam apenas a produção de mercadorias e o lucro. Isso nos ajudará a fugir desse abismo que possibilitou a negação da importância da Ciência na era das fakenews.

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

Escola Maria Felipa (s/ data). Escola Afro-Brasileira Maria Felipa. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://escolinhamariafelipa.com/>

TEM A PALAVRA... FRANCISCA MACEDO

GIVING THE FLOOR... FRANCISCA MACEDO

TIENE LA PALABRA... FRANCISCA MACEDO

## 1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY

Maria Francisca Macedo é professora do ensino básico e autora de livros infantojuvenis (Booksmile autores, s/ data). O seu trabalho foi reconhecido pelo Global Teacher Prize Portugal 2018, com uma menção honrosa pelo contributo para a educação e sustentabilidade social, e os seus livros são um reflexo da sua criatividade, também eles reconhecidos pelo plano nacional de leitura e pela CiênciaViva, no catálogo ler+ciência. Para além da educação, procura aprofundar conhecimentos na área da leitura e das histórias, tendo concluído uma pós-graduação em Livro Infantil em 2019, ano em que também foi galardoada com o prémio Maria Rosa Colaço para a melhor obra infantil inédita. Atualmente escreve, dá formação e percorre as escolas, de norte a sul do país, para encontros e workshops: altura em que se cruza com as diferentes realidades e vontades do ensino em Portugal.

*Maria Francisca Macedo is a primary school teacher and author of children's books. Her work has been recognized by the Global Teacher Prize Portugal 2018, with an honourable mention for her contribution to education and social sustainability. Her books are a reflection of her creativity, also recognized by the national reading plan and CiênciaViva, in the catalogue ler+ciência. In addition to education, she seeks to deepen her knowledge in the area of reading and stories, having completed a post-graduate course in Children's Books in 2019, the year in which she was also awarded the Maria Rosa Colaço prize for the best new children's book collection. She currently writes, trains teachers and travels through schools, from north to south of the country, for meetings and workshops: a time when she comes across the different realities and wishes of teaching in Portugal.*

## 2. BREVE DESCRIÇÃO DO SEU PRINCIPAL PROJETO

O projeto do *Clube dos Cientistas* é o de uma coleção de livros pensados para o jovem leitor, potenciando a sua autonomia na leitura, mas também capacitando-o para o pensamento crítico e o método científico. Cada volume é uma aventura em que um conjunto de personagens resolvem um mistério com recurso a experiências/truques e conhecimentos. No final de cada livro encontram-se protocolos experimentais (informais, que privilegiam a experimentação, criatividade e manipulação de variáveis). É também aí que se encontram curiosidades e enquadramentos teóricos (dicas para pais e professores), tentando provocar a

transdisciplinaridade e apoiando o adulto no seu papel de orientador do jovem leitor nas suas descobertas.

Associado a esta coleção, Maria Francisca tem também trabalhado com diversas escolas e agentes educativos, em workshops, palestras e formações, provocando e capacitando os alunos e comunidade educativa no processo de descobrir, experimentando.

### 3. ENTREVISTA

*1 – Atualmente é uma professora e autora reconhecida e premiada pelo trabalho singular que tem desenvolvido em prol dos alunos e da comunidade. O que a motivou a combinar histórias e ciência e quando tal começou?*

Eu acho que começou em sala de aula, com as crianças. Eu trabalhava numa vertente de ensino muito formal e apercebi-me que o ensino formal tem as suas fragilidades. Para as colmatar, fui criando estratégias e incorporando ferramentas de outras metodologias, que não a tradicional, para usar nas minhas aulas. Acabei por perceber que essa fusão funcionava muito bem. Havia duas coisas que os alunos adoravam e que os motivava muito: uma era poderem ser criativos, ou seja: poderem construir, pensar e debater; a outra era poderem experimentar as coisas com as próprias mãos. Foi neste contexto que surgiu a ideia de juntar histórias e experiências. Começou em sala de aula, em pequena escala, e depois foi crescendo e acabou por ser catapultada para uma coleção de livros.

Quando comecei a escrever o primeiro livro o projeto estava muito claro na minha cabeça porque já tinha sido experimentado em sala de aula. Já tinha testado o que é que funciona, o que é que não funciona e já tinha recebido feedback das crianças. Inclusivamente, cheguei a experimentar em turmas de outros professores para ensaiar algumas destas ferramentas e depois foi só estruturar muito bem a história e as experiências. O receio estava em perceber se uma editora, dita comercial, que tivesse uma distribuição comercial, queria pegar na ideia. Mas era importante para mim este lado comercial, para que pudesse chegar a todos facilmente, em qualquer livraria ou supermercado, e não apenas a sectores especializados ou privilegiados.

Felizmente, este projeto editorial foi bem recebido, apesar dos receios iniciais, pela editora e posteriormente, quando saiu para o mercado, pelos alunos, pelos professores e pelos pais.

*2 – Nos seus livros, as experiências ocupam cerca de um terço do total de páginas, portanto têm um peso importante. Como liga a história de cada um dos seus livros com as experiências que propõe nesse mesmo livro? Pensa primeiro na história e depois nas experiências, ou é de outro modo? Tem algum critério para inserir determinadas experiências e não outras?*

Começo pelo fim. Existe um critério muito claro na escolha das experiências. A ideia é trazer para a casa dos leitores experiências que não impliquem custos de aquisição de material e, portanto, sejam simples de fazer. O critério é propor experiências que usem material que esteja disponível em casa, que sejam seguras de fazer e que possam ser feitas com autonomia. Tem que ser tudo com o material que existe em casa, sem material nem ingredientes específicos de laboratório (por exemplo copos, talheres, pratos, água corrente, farinha, fermento). As experiências mais estruturadas e formais têm de ser adaptadas para que possam ser feitas em casa sem instrumentos de medida e sem grandes preciosismos.

O processo criativo na escrita de um livro inicia-se com a escolha de um tema ou área científica. Paralelamente, pensando à volta do tema, faço um levantamento de experiências interessantes que estão relacionadas com o tema. Começo a pensar como é que seria interessante estruturar uma aventura, o local, o perigo que pode estar associado a este tema e que que desafios (na forma de experiências) é que podem surgir. As duas componentes acabam por se ir ligando uma à outra. No processo existe uma seleção de experiências que vai sendo afinada e algumas são retiradas. Há experiências que são muito inteligentes, mas não muito interessantes porque não ajudam a resolver nenhum desafio, ou seja, não são importantes para o enredo da história. A história continua a ser, apesar de tudo, o grande foco do livro. Muitos leitores leem só a história do livro e folheiam as experiências, mas não avançam logo para elas. Portanto a história só em si tem de ser interessante, tem que ter algumas curiosidades, algumas dicas, alguma provocação que seja o ponto alto do livro. O que acontece muitas vezes é que os leitores, passado uns tempos, repararam que tem os ingredientes à mão e avançam fazendo as experiências.

*3 – Uma das suas atividades é fazer formação para professores tendo por base os seus livros. O que é que destaca desta sua experiência? De que modo os professores acolhem as experiências e a histórias? Na sua opinião o que é que mais preocupa os professores?*

Neste momento assiste-se a uma mudança de paradigma na educação. Todavia, ao mesmo tempo que estamos todos a pensar a educação, em novas estratégias e o que é que vale a pena ser mudado, continuamos a ensinar. Existe da parte do corpo docente uma vontade enorme de ser estimulado, de investigar, de perceber novos caminhos, mas ao mesmo tempo um certo cansaço devido a todas as necessidades burocráticas e curriculares que que lhe são impostas. O maior desafio que as pessoas me colocam sempre, é: como é que é possível que isto tudo que é fantástico [as histórias e as experiências] ... como é possível transportar para sala de aula? Ou seja, a preocupação dos professores é saberem como podem investir nestas experiências e ao mesmo tempo fazer os testes, verificar que certo item do currículo foi cumprido, certificar nos cadernos todos os conteúdos e escrever os sumários. Os professores mais instalados preferem uma resposta imediata e para esses casos tenho uma tabela (Macedo, s/ data) que faz as ligações entre tópicos do currículo com os diferentes aspetos de cada livro (experiências e os assuntos abordados na história). Há professores que querem uma resposta mais aberta onde tenham mais margem de liberdade no modo como usam os livros e fazem a integração curricular.

*4 – Tem também contato com outras crianças que não apenas os seus alunos. Qual é o papel da Ciência na vida das crianças que passam pelas suas mãos? Manifestam mais interesse pelas histórias ou as pelas experiências? Como reagem às experiências que propõe? O que aprendem com elas?*

Eu trabalho com muitas escolas diferentes. Em geral, passo um dia com as crianças de uma dada escola e nunca mais volto a ter contacto com eles, embora mantenha a relação com os professores antes e depois desse encontro. Com os professores há um trabalho ao longo do tempo. Às vezes os professores trabalham com os alunos num projeto relacionado com um ou mais livros da coleção durante um período inteiro ou um ano inteiro e esse projeto é orientado à distância por mim, sempre que haja essa vontade. O feedback que tenho dos alunos é através dos professores. A relação que estabeleço com os alunos é mais imediata. É engraçado estar ali um dia a ver aquela fascinação toda e depois partir e deixar na mão dos professores o resto do trabalho. Sei que os deixo motivados, curiosos e em boas mãos.



**Figura 1** Francisca Macedo em atividades experimentais com alunos do Ensino Básico

Há um contacto estruturado com as escolas, mas depende da necessidade de cada escola e depende da forma como é estabelecido o contacto. Muitas vezes o contacto é feito diretamente através da editora, quando pedem um encontro de autor. Neste caso estamos perante uma situação um bocadinho mais informal e eu aproveito essa presença para deixar aos professores os meus contactos e mostrar-me disponível para apoiar a criação de um projeto. Noutros casos, estabeleço contactos diretamente com as escolas ou através de parceiros com quem trabalho. Nestes casos o trabalho é mais estruturado e mais preparado. A minha participação presencial acaba por ser mais no meio ou no fim do projeto, dependendo da escola. Muitas vezes usamos um livro específico de acordo com a escola e o tema que estão a tratar. Por exemplo se estão a trabalhar o mar faz sentido juntar-me essa escola com uma aventura sobre ecologia marinha, mas com uma maneira diferente de olhar as coisas. Muitas vezes os professores escolhem um livro e leem os primeiros capítulos em turma com os alunos. Em muitas escolas, aderem a fazer uma ou duas experiências em sala de aula e são os próprios alunos a organizar-se em grupos e a mostrar uns aos outros o que vão fazendo e depois, dependendo das escolas, no fim, juntam as turmas todas e organizam pequenas feiras de ciência. Outras escolas preferem adotar os livros para concursos de leitura.

A coleção foi pensada para provocar dois tipos de crianças. Por um lado, provocar aqueles que são passivos: os que normalmente são leitores que se sentam no cantinho, que se excluem da experimentação e que gostam de ler, de pensar sobre os assuntos, mas não fazer as experiências. Por outro lado, foi pensada para aqueles miúdos que dizem não gostar de ler, que gostam de pôr as mãos na massa, sujarem-se e brincar no recreio. O feedback é que esta coleção está a cumprir o seu papel: está a conseguir atrair miúdos muito ativos, e que gostam de experimentar, para a leitura e, por outro lado, estamos a conseguir levar leitores natos para o mundo que os rodeia.

*5 – Em que medida considera que contribui para as crianças ficarem preparados para lidar de forma racional e informada com os problemas sociais com os quais somos confrontados como, por exemplo, a emergência climática e o Covid 19?*

Eu acho que o meu papel, enquanto autora dos livros, e o papel de qualquer professor é potenciar no aluno o pensamento crítico. E o pensamento científico é muito um pensamento crítico. Quando estamos a trabalhar com os alunos todas estas vertentes estamos a capacitá-los para duvidar, perguntar, experimentar, perceber muito bem quais são as fontes fidedignas ou

não. São ferramentas mentais que os capacitam, em circunstâncias como esta, a olhar criticamente para o que está a acontecer e agir racionalmente, não se deixando levar pela desinformação, que é um problema grave que tende a agudizar situações problemáticas. Sabendo evitá-lo, pensando criticamente, os jovens conseguem ser construtivos na resolução desses problemas.

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

100 Oportunidades (s/ data). *Maria Francisca Macedo*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://www.100oportunidades.pt/pessoas/maria-francisca-macedo/>.

Booksmile autores (s/ data). *Maria Francisca Macedo*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://www.booksmile.pt/autores/maria-francisca-macedo>.

Prémio Literário Maria Rosa Colaço (2019). *Literatura infantil - Maria Francisca Macedo*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://www.youtube.com/watch?v=HLyK3hJpKfU>.

Macedo, M. F. (s/ data). *Relação entre os livros e os conteúdos de Estudo do Meio (1.o Ciclo)*. Booksmile. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://drive.google.com/file/d/16Kq-IHyWWyqXaSMOyqCbibZlkoYAFFqx/view>.

Booksmile Catálogo (s/ data). *O Clube dos Cientistas*. Booksmile. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://www.booksmile.pt/catalogo/leitura-infantil-7-9/o-clube-dos-cientistas>.

Global Teacher Prize Portugal (2018). *Finalista - Professora Maria Francisca Macedo – Lisboa*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://www.youtube.com/watch?v=XTbzufTi3sg>.

Ler+Ciência (2018). *O Clube dos Cientistas (coleção de 10 títulos)*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: [https://www.cienciaviva.pt/livrosquequeremosler/index.asp?acao=showbook&id\\_book=160](https://www.cienciaviva.pt/livrosquequeremosler/index.asp?acao=showbook&id_book=160).

TEM A PALAVRA... JORGE TEIXEIRA

GIVING THE FLOOR... JORGE TEIXEIRA

TIENE LA PALABRA... JORGE TEIXEIRA

## 1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY

Jorge Teixeira é professor de Física e Química no Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins, Chaves, Portugal. Venceu, em 2018, o prémio *Global Teacher Prize Portugal* (Global Teacher Prize, 2019)). Fundou há 14 anos o Clube do Ensino Experimental das Ciências, no qual podem participar todos os alunos da sua escola, e recentemente criou o Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM), com parte do prémio e com a colaboração de alguns parceiros empresariais.

*Jorge Teixeira is a teacher of Physics and Chemistry at the Dr. Júlio Martins School Grouping, Chaves, Portugal. He won, in 2018, the Global Teacher Prize Portugal (Global Teacher Prize, 2019)). He founded 14 years ago the Clube do Ensino Experimental das Ciências [Experimental Science Teaching Club], in which all the students of his school can participate, and recently set up the Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM) [Resource Center of Mobile Laboratory Activities], with part of the prize and with the collaboration of some partners.*

## 2. BREVE DESCRIÇÃO DO SEU PRINCIPAL PROJETO

O Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM) tem como objetivos promover a inclusão, a flexibilização curricular, o ensino experimental das Ciências, o acesso a recursos experimentais e a literacia científica na região do Alto Tâmega. Foi a forma encontrada para aproximar a escola e a Ciência da comunidade, ultrapassar a barreira das salas de aula e cativar alunos para realizar voluntariado ligado à Ciência. O CRALM, inaugurado pelo Presidente da Câmara Municipal de Chaves, em 2019, dispõe de um espaço próprio, tem custo zero para as escolas e tem parcerias que garantem o seu funcionamento para os próximos anos. A Inspeção-Geral da Educação e Ciência reconheceu o CRALM como um dos aspetos mais positivos do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins. Até ao momento o CRALM investiu em ferramentas, sensores ligados a máquinas de calcular gráficas, kits de Astronomia e de Robótica e na criação de kits de Física e Química pelos alunos.

Os kits podem ser facilmente transportados para escolas remotas, instituições e eventos que promovam a literacia científica e o ensino experimental das Ciências. Podem, ainda, ser utilizados por professores de todos os níveis de ensino. Os trabalhos desenvolvidos com o uso



dos kits permitiram a participação em eventos nacionais e regionais de educação, tais como a 1.<sup>a</sup> Edição do Fórum da Educação e Inovação, em Chaves e a 12.<sup>a</sup> Edição da Feira de Educação, Formação, Juventude e Emprego, na EXPONOR. Realizaram-se atividades denominadas *Ciência em Ação* em lares de idosos e na Universidade Sénior do Rotary de Chaves valorizando, com estas atividades científicas, uma faixa da população muitas vezes esquecida. Os kits também são utilizados pelos professores de Educação Especial para a promoção do ensino experimental. O relatório destes professores indica que a utilização dos kits, pelos alunos, permitiu uma melhoria de 60% na oralidade e 50% na cooperação/autonomia. Realizou-se, recentemente, um *Laboratório Aberto com Kits* que contou com a presença de 1450 alunos de várias escolas, do Secretário de Estado da Juventude e do Desporto, do Presidente da Câmara Municipal de Chaves, do Presidente do Júri do *Global Teacher Prize Portugal*, entre outros.

Na área da Astronomia promoveram-se *Encontros de Leitura com Astros* e observações astronómicas, para a comunidade.

Em parceria com a *Casio*® Portugal e com o patrocínio da *Casio*® Europa desenvolvemos atividade com sensores ligados a máquinas de calcular gráficas, no âmbito do projeto *CASIO STEM Labs*.

Nos últimos meses temos desenvolvido atividades no âmbito da construção de carros solares/elétricos pelas crianças do pré-escolar e alunos do 1.º ciclo e ensino secundário. Os alunos do ensino secundário estão a construir barcos controlados remotamente para recolha e análise de água em lagoas e rios.

Atualmente, devido à problemática do COVID-19, estamos a desenvolver o projeto *Me&M's* (Projeto *Micro:bit Escola Mauser*). A interação com os alunos é online, mas brevemente cada aluno do Clube terá um *micro:bit* para realizar atividades em casa com a família.

### 3. ENTREVISTA

1 – *Atualmente é um professor reconhecido e premiado pelo trabalho singular que tem desenvolvido em prol dos alunos e da comunidade. O que o levou a iniciar este percurso e quando começou?*

Este trabalho começou em 2006 e a minha principal preocupação foi, desde essa altura, ligar a Física com o dia a dia e com a comunidade local. Considero que a Física era (e ainda é) ensinada de forma muito desumanizada, isto é, sem que os problemas que as pessoas se defrontam no seu quotidiano possam ser encarados com o auxílio dos conhecimentos da Física.

2 – *Como interliga o trabalho que desenvolve nas suas aulas com o trabalho que tem lugar no Clube e no Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis? Como caracteriza a atividade experimental que promove?*

Há uma ligação muito estreita entre o clube que é um ensino não formal e as aulas. Muitas vezes os problemas que são colocados nas aulas são aprofundados no clube e o que é feito no clube beneficia dos conhecimentos que são trabalhados nas aulas. Por exemplo, no início deste ano letivo houve muitas referências, pelos media, aos carros elétricos e os alunos demonstraram muito interesse nesse assunto. Iniciamos, então, um projeto de construção de um carro com motor elétrico, movido a energia solar, de baixo custo. Os alunos tiveram de resolver vários problemas como, por exemplo, o atrito, a inclinação dos painéis fotovoltaicos e potência dos

motores. Para além disso, houve a preocupação de usar materiais do dia a dia reutilizáveis. A partir desse carro, os alunos construíram modelos telecomandados e usaram sensores para estudarem relações entre grandezas físicas. Em suma, os alunos tiveram de desenvolver vários conceitos, realizar atividades na rua (Figura 1), fazer ligações aos conteúdos curriculares dos



**Figura 1** Grupo de alunas colocando o carro elétrico em funcionamento.

programas de 9.º e 10.º anos e de desenvolver competências procedimentais. Este projeto, que durou alguns meses, só foi possível porque os alunos estiveram sempre envolvidos e focados na resolução do problema e, para além disso, nas aulas foram abordados conceitos necessários ao desenvolvimento do projeto do carro elétrico. Esta atividade, devidamente adaptada, foi estendida a todas as turmas de educação pré-escolar e do 1.º ciclo do agrupamento de escolas onde trabalho e no âmbito da flexibilidade curricular levou à construção dos primeiros Domínios de Autonomia Curricular do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins. Envolveu, inclusive, alunos da Educação Especial e a participação de 500 alunos numa corrida de carrinhos solares com a comunidade local. O CRALM facultou o material para todas as atividades.

*3 - Quando ainda não tinha o reconhecimento público e por isso ainda não existia dinheiro de prémios nem patrocínios como fazia para ter recursos para fazer experiências?*

Aproveitava os materiais e os recursos que tinha na escola. Também recorria a materiais de baixo custo e acessíveis que faziam parte do dia a dia dos alunos. Claro que tinha de usar muita imaginação. Com imaginação e este tipo de materiais já se consegue fazer muita coisa. Além disso, comecei a fazer um trabalho sistemático no âmbito da construção de kits e de peças nas oficinas. Esse trabalho, permitiu-me desenvolver, com os alunos, projetos mais complexos como, por exemplo, investigar os instrumentos antigos que existiam na escola e restaurar muitos deles.

*4 – Qual é o papel da Ciência na vida dos alunos que passam pelas suas mãos? Que valores é que procura inculcar-lhes?*

A minha principal preocupação é colocar os alunos a pensar pela sua própria cabeça. Mas sempre a pensar fazendo uso de conhecimentos de Física e Química.

Acho que a sociedade, em geral, tem a ideia de que a Física é um papão, é estranha e não tem nada a dizer aos problemas com que nos defrontamos no quotidiano. A sociedade precisa de saber que a Física é importante e que está presente nas coisas mais simples.

A minha preocupação fundamental com os alunos do clube é que eles trabalhem em grupo, saibam estar uns com os outros e se sintam entusiasmados e empenhados em concretizar cada projeto. Não lhes exijo nenhum tipo de registo em papel. Se eles acharem que precisam de o fazer usam o quadro e, assim, todos podem ver ou tirar fotografias com os telemóveis para guardar a informação. É uma forma prática de perceberem como poupar o recurso papel e ter uma atitude mais sustentável. É um regalo vê-los chegar à sexta-feira à tarde ou nas férias para as atividades do clube e vê-los partir, no final do 12.º ano, com uma ideia muito diferente do que é a Ciência. Fico feliz quando verifico que alguns desses alunos estão em empresas de topo mundial, mas fico muito mais feliz quando passo por outros alunos que não seguindo carreiras relacionada com a Ciência são hoje rapazes e raparigas com a sua vida instalada, felizes, não caíram nas más propostas da vida e que os projetos de Ciências, realizados no clube, os marcaram pela positiva.

*5 – Em que medida é que os seus alunos estão preparados para lidar de forma racional e informada com os problemas sociais com os quais somos confrontados como, por exemplo, a emergência climática e o Covid-19?*

O meu lema é “não acreditem em tudo o que vos dizem, mesmo que seja eu a dizê-lo”. Coloco-lhes sempre problemas com respostas não intuitivas que os levem a pensar. Estou convencido que estes alunos vão para a sua vida, mesmo que não sigam os seus estudos na área de Ciências, com uma boa formação humana e científica. Pensar pela sua cabeça, com base em evidências, é a atitude fundamental para lidar com qualquer problema societal, incluindo os que são referidos.

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

Global Teacher Prize (2019). *Brief Biography of José Jorge Teixeira*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://www.globalteacherprize.org/person?id=7520>

Jornal das 8- TVI (2020). *O que mudou na vida do melhor professor de Portugal*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://tviplayer.iol.pt/programa/jornal-das-8/53c6b3903004dc006243d0cf/video/5e5ac7da0cf2d5f7c67b01f1>.

Jornal da Tarde RTP (22 de maio 2018). *Global Teacher Prize Portugal*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: <https://www.youtube.com/watch?v=M8duDXuCHWg&t=21s>.

Global Teacher Prize Portugal (2018). *Finalista - Professor José Teixeira – Chaves*. Acedido em 17 de abril de 2020, em: [https://www.youtube.com/watch?v=4aQG6Kcq\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=4aQG6Kcq_o)

VOLUME 1 | NÚMERO 1

ABRIL 2020

*Revista*  
**APEduC**  
*Journal*

INVESTIGAÇÃO E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

RESEARCH AND PRACTICES IN SCIENCE,  
MATHEMATICS, AND TECHNOLOGY EDUCATION

ISSN: 2184-7436

