

VOLUME 2 | NÚMERO 1

ABRIL 2021

*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  
Elisa Saraiva  
Núria Climent  
Ron Blonder  
Suzani Cassiani  
Xana Sá Pinto

Mais informação:

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

**EDIÇÃO | EDITION**

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

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

A gestão dos artigos é feita através da plataforma OJS.

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

Mais informação:

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

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

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

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

Patrícia Pessoa

**ISSN:** 2184-7436



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**

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

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

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

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

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

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

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

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

**Christian Buty**, *Université of Lion, France*

**Clara Alvarado Zamorano**, *Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico*

**Digna Couso**, *Universitat Autònoma de Barcelona, Spain*

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

**Emmanuel Mushayikwa**, *University of the Witwatersrand, South Africa*

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

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

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

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

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

**João Filipe Matos**, *Universidade de Lisboa, Portugal*

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

**Laurinda Sousa Ferreira Leite**, *Universidade do Minho, Portugal*

**Leonel Morgado**, *Universidade Aberta, Portugal*

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

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

**Maria João Fonseca**, *Universidade do Porto, Portugal*

**Maria Odete Valente**, *Universidade de Lisboa, Portugal*

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

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

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

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

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

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

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

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

**APEduC**



Associação Portuguesa de  
Educação em Ciências

APEduC Revista/ APEduC Journal (2021), 02(01),1-1

Revista

APEduC

1

Journal

*PERIODICIDADE*

*FREQUENCY*

*PERIODICIDAD*

Publica dois números por ano:

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

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

---

Publish two issues per year:

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

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

---

Publica dos números al año:

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

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

## ÍNDICE

### TABLE OF CONTENTS

### TABLA DE CONTENIDOS

Editorial	6
<b>Secção 1 - Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</b> <i>Section 1 - Research in Science, Mathematics and Technology Education</i> <b>Sección 1 - Investigación en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</b>	10
<hr/>	
<i>A autodireção na aprendizagem das ciências naturais: um estudo de caso no 9º ano de escolaridade</i> Self-direction in natural sciences learning: a case study in the 9th grade La autodirección en el aprendizaje de las ciencias naturales: un estudio de caso en el 9º grado <i>José Luís Coelho da Silva, Joana Soares &amp; Lídia Estevez Mendes</i>	12
<b>Secção 2 - Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</b> <i>Section 2 - Practices in Science, Mathematics and Technology Education</i> <b>Sección 2 - Prácticas en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</b>	31
<hr/>	
<i>Tabuleiro decimal e a resolução de situações problemáticas envolvendo as operações aritméticas adição e subtração</i> Decimal board and the resolution of problematic situations involving the arithmetic operations of addition and subtraction Tablero decimal y resolución de situaciones problemáticas que involucran operaciones aritméticas de suma y resta <i>Rita Neves Rodrigues, Virgílio Rato &amp; Fernando Martins</i>	33
<i>Relationship between organization and properties of matter: hands-on activities at elementary school using carbonaceous materials</i> Relação entre organização e propriedades da matéria: atividades de trabalho na escola primária usando materiais carbonáceos Relación entre organización y propiedades de la materia: actividades prácticas en la escuela primaria utilizando materiales carbonáceos <i>Lydie Valade, Jean-Louis Pellegatta, Myriam Dubreuil &amp; Laurence Toral</i>	46
<i>Trabalhando com experimentos de física e ciências numa escola prisional no Brasil</i> Working with physics and science experiments at a prison school in Brazil Trabajando con experimentos de física y ciencia en una escuela prisionera en Brasil <i>Luciano Gomes de Medeiros Junior</i>	60

<i>Monitoring abiotic factors using sensors and Arduino platform: a science classroom project</i>	
Monitorização de fatores abióticos com sensores e a plataforma Arduino: um projeto de sala de aula de ciências	
Supervisión de factores abióticos con sensores y plataforma Arduino: un proyecto de aula de ciencias	
<b>João Silva, Vera Mesquita, Pedro Rodrigues, Rui Teles &amp; António Barbot</b>	75
<i>Desafios da educação em ciências no ensino superior: articulações entre ensino, pesquisa e extensão universitária</i>	
Challenges of science education in universities: exchanges between teaching, research and university extension	
Retos de la educación científica en la educación superior: vínculos entre docencia, investigación y extensión universitaria	
<b>Leonardo Maciel Moreira</b>	85
<i>Articula escolas: a iniciação científica de alunos do ensino médio com orientação conjunta de pesquisadores e professores</i>	
Articula escolas: the scientific initiation of high school students with joint orientation of researchers and teachers	
Articula escolas: la iniciación científica de estudiantes de escuela secundaria con orientación conjunta de investigadores y profesores	
<b>Eliane de Souza Cruz, Giovano Candiani, Willian Hermoso, Normélia Jesus Dos Santos &amp; Suellen Gueiros Ruiz</b>	101
<i>Aprendizagens matemáticas no pré-escolar: práticas no recreio</i>	
Mathematical learning in pre-school: practice in playgrounds	
El aprendizaje de las matemáticas en infantil: la práctica en los patios de recreo	
<b>Sara Beatriz Pacheco Pereira &amp; Cecília Costa</b>	117
<i>Construcción y empleo de un espectrofotómetro casero durante el confinamiento</i>	
Construção e uso de um espectrofotómetro caseiro durante o confinamento	
Construction and use of a homemade spectrophotometer during the lockdown	
<b>Ramón Cid &amp; Daniel González-Fernández</b>	132
<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>	148
<i>Desafios socio-científicos às práticas educativas e à investigação tendo como (pre)texto um artigo relatando a construção de um biodigestor numa escola do Brasil</i>	
Social-scientific challenges to educational practices and research having as (pre)text a paper reporting the construction of a biodigester in a school in Brazil	
Retos socio-científicos para las prácticas educativas y la investigación teniendo como (pre)texto un artículo que informa sobre la construcción de un biodigestor en una escuela de Brasil	
<b>Valéria Vieira Moura Paixão, Maria Clara Pinto Cruz, Eduardo Mortimer, Adjane Silva, Suzani Cassiani &amp; J. Bernardino Lopes</b>	150

**Secção 4 – Recensões Críticas****Section 4 – Critical Reviews****Sección 4 – Reseñas Críticas**

168

**Recensão Crítica do Livro “Humanidade: Uma História De Esperança” (2020) de Rutger Bregman**

Critical Review of The Book “Humankind: A Hopeful History” (2020) from Rutger Bregman

Reseña Crítica del Libro “ Humanidad: Una Historia De Esperanza ” (2020) de Rutger

Bregman

**Luís Tinoca**

170

**Recensão Crítica do Livro “Teacher Education for Sustainable Development and Global Citizenship. Critical Perspectives on Values, Curriculum and Assessment”**

Critical Review of The Book “Teacher Education for Sustainable Development and Global Citizenship. Critical Perspectives on Values, Curriculum and Assessment”

Reseña Crítica del Libro “Teacher Education for Sustainable Development and Global Citizenship. Critical Perspectives on Values, Curriculum and Assessment”

**Patrícia Sá**

172

**Recensão Crítica de “Diante de Gaia? Contribuições para pensar as Ciências, Culturas e Educações” (2020) de Bruno Latour**

Critical Review of “Facing Gaia? Contributions to think Sciences, Cultures and Educations” (2020) from Bruno Latour

Reseña Crítica del Libro “¿Cara a cara con el Planeta? Contribuciones para pensar Ciencias, Culturas y Educaciones” (2020) De Bruno Latour

**Alexandre Luiz Polizel & Roberto Dalmo Varallo Lima de Oliveira**

174

**Secção 5 – Tem a palavra...****Section 5 – Giving the floor...****Sección 5 – Tiene la palabra...**

179

**Tem a palavra... Filomena Teixeira**

Giving the floor... Filomena Teixeira

Tiene la palabra... Filomena Teixeira

181

**Tem a palavra... Dênis Daltro, Raimundo Filho, Maria Luísa Macedo, Joelma Macedo**

Giving the floor... Dênis Daltro, Raimundo Filho, Maria Luísa Macedo, Joelma Macedo

Tiene la palabra... Dênis Daltro, Raimundo Filho, Maria Luísa Macedo, Joelma Macedo

183

**Tem a palavra... Margarida Rodrigues, Rosário Queirós, Diana Dias, Martim Ferreira**

Giving the floor... Margarida Rodrigues, Rosário Queirós, Diana Dias, Martim Ferreira

Tiene la palabra... Margarida Rodrigues, Rosário Queirós, Diana Dias, Martim Ferreira

195

**Tem a palavra... Marina Guazzelli Soligo**

Giving the floor... Marina Guazzelli Soligo

Tiene la palabra... Marina Guazzelli Soligo

214

**Tem a palavra... Lucio Ely Ribeiro Silvério**

Giving the floor... Lucio Ely Ribeiro Silvério

Tiene la palabra... Lucio Ely Ribeiro Silvério

217

## EDITORIAL

Com a publicação do presente número 1 do volume 2 a **APEDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEDuC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education** celebra o primeiro aniversário de existência no espaço editorial internacional. Parabéns **APEDuC Revista!**

Neste contexto de celebração remetemo-nos para duas aceções da palavra *presente*: "o que se oferece a outrem" e "o tempo atual". No primeiro caso, preparámos esta publicação como um *presente* para todos os nossos leitores, aos quais endereçamos o mais sincero agradecimento pela preferência. Agradecemos também a todos quantos contribuíram para a existência da **APEDuC Revista**. No que se refere à aceção da palavra *presente* enquanto "o tempo atual", impõe-se recordar e reafirmar a política editorial da nossa/Vossa **APEDuC Revista**: uma revista aberta ao mundo, que publica artigos, em português, espanhol e inglês, na área da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia e que valoriza, de igual modo, a investigação (Secção 1) e a prática educativa fundamentada, decorrente de contextos formais e não formais (Secção 2), bem como a articulação entre ambas (Secção 3). A **APEDuC Revista** divulga boas práticas na Educação científica, matemática e tecnológica, dando voz a muitos intervenientes e potenciando a comunicação e a simbiótica articulação entre a Ciência e várias áreas do saber, desde as Artes à Literatura (Secções 4 e 5).

À medida que o mundo se torna mais interconectado e mais competitivo e à medida

With the publication of the present issue 1 of volume 2, the **APEDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia / APEDuC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education** celebrates the first anniversary of its existence in the international editorial space. Congratulations **APEDuC Journal!**

In this context of celebration, we refer to two meanings of the word *present*: "what is offered to others" and "the present time". In the first case, we prepared this publication as a gift for all our readers, to whom we would like to extend the sincerest thanks for the preference. We would also like to thank all those who contributed to the existence of the **APEDuC Journal**. Concerning the meaning of the word *present* as "the current time", it is necessary to remind and reaffirm the editorial policy of our / Your **APEDuC Journal**: a journal open to the world, which publishes articles in Portuguese, Spanish, and English in Science, Mathematics, and Technology Education and equally values research (Section 1) and grounded educational practice, arising from formal and non-formal contexts (Section 2), as well as the articulation between them (Section 3). **APEDuC Journal** disseminates good practices in science, mathematics, and technological education, giving voice to many stakeholders and enhancing communication and the symbiotic articulation between science and various areas of knowledge, from Arts to Literature (Sections 4 and 5).

As the world becomes more interconnected and more competitive and

que a investigação e o *know-how* tecnológico se expandem, surgem novas oportunidades e também desafios sociais mais complexos. Superar esses desafios irá exigir que todos os cidadãos tenham um melhor entendimento da Ciência e da Tecnologia para que sejam capazes de participar ativamente em atividades com base científica, em tomadas de decisão e em processos de inovação baseados no conhecimento. A investigação, a inovação e as práticas em Educação científica, matemática e tecnológica devem tornar-se, assim, mais responsivas às necessidades e às ambições da sociedade, para melhor preparar os cidadãos, em geral, e os jovens, em particular, para lidarem de forma informada e cívica com os assuntos socio-científicos emergentes. A situação de crise de saúde pública mundial, trazida pela pandemia da COVID-19, tem conduzido a muitas interrogações e inquietações que sublinham o lugar primordial do conhecimento científico e da importância da sua compreensão pública. Numa fase em que se vivencia um processo de educação remota de emergência, importa conhecer como é que os agentes educativos têm compreendido e integrado esta mudança e como perspetivam os seus efeitos para a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Neste número do primeiro aniversário da ***APeDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*** / *APeDuC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education* destaca-se:

Na ***Secção 1: Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*** a publicação de um artigo focado no desenvolvimento da autonomia do aluno, envolvendo-o na estruturação e condução do processo de aprendizagem.

Na ***Secção 2: Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*** são publicados oito artigos de autores de Portugal, Brasil, Espanha e França. Os artigos descrevem práticas e propostas pedagógicas diversificadas e inclusivas aplicadas em vários níveis de ensino. O primeiro artigo apresenta uma prática educativa que visa capacitar os alunos para a

research and technological know-how expand, new opportunities and, more complex social challenges emerge. Overcoming these challenges will require that all citizens understand science and technology to actively participate in science-based activities, decision-making, and knowledge-based innovation processes. Research, innovation, and practices in scientific, mathematical, and technological education must thus become more responsive to societal needs and ambitions to better prepare citizens, particularly young people, to cope in an informed and civic manner with emerging socio-scientific issues. The global public health crisis, brought about by the pandemic of COVID-19, has led to many questions and concerns that highlight the primordial place of scientific knowledge and the importance of its public understanding. In a phase in which a remote emergency education process is being experienced, it is important to know how educational agents have understood and integrated this change and how they perceive its effects on Science, Mathematics, and Technology Education.

In this issue of the first anniversary of ***APeDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*** / *APeDuC Journal - Research and Practices in Science, Mathematics and Technology Education* stands out:

In ***Section 1: Research in Science, Mathematics and Technology Education***, the publication of an article focused on developing students' autonomy, involving them in structuring and conducting the learning process.

In ***Section 2: Practices in Science, Mathematics, and Technology Education***, eight articles are published by authors from Portugal, Brazil, Spain, and France. The articles describe diverse and inclusive pedagogical practices and proposals applied at various levels of education. The first article presents an educational practice that aims to enable students to solve problems involving the meanings of addition and

resolução de problemas, envolvendo os sentidos das operações adição e subtração. O segundo artigo apresenta uma atividade que permite compreender as propriedades físicas de formas naturais e sintéticas do carbono. No terceiro artigo, relata-se uma prática inclusiva que leva experiências de Física, com materiais de baixo custo, a uma escola prisional. O quarto artigo, visa também a educação inclusiva ao envolver alunos com NEE no desenvolvimento de um sistema mecatrónico com sensores que medem fatores abióticos. O quinto e sexto artigos apresentam práticas articuladas com o ensino, a pesquisa e a extensão universitária na educação superior e de nível secundário. O sétimo artigo apresenta-nos o recreio como um recurso didático em que usufruindo das brincadeiras livres se pode proporcionar momentos de aprendizagens matemáticas. O oitavo artigo apresenta uma proposta de construção e uso de um espectrofotómetro caseiro em tempos de ensino a distância.

**A *Secção 3: Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia***, neste número da ***APeDuC Revista*** assume um novo formato. Apresenta-se o relato de uma mesa redonda, online, entre professoras e investigadores, tendo como base o artigo publicado em 2019 pelas professoras que relatam uma prática educativa de construção de um biodigestor. Visando enfatizar o papel da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia no desenvolvimento de uma literacia científica crítica para a cidadania e para o desenvolvimento sustentável, a mesa redonda teve como mote as seguintes questões orientadoras: a) qual o contexto, importância e impacto do trabalho relatado no artigo? b) como podemos aproximar a investigação e a prática educativa nesta linha de trabalho CTS? c) como poderemos perspetivar uma agenda para esta relação investigação-prática tendo como horizonte a Agenda 2030? Emergiram desta mesa redonda importantes questões e desafios para o futuro da Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia e da relação entre elas.

subtraction operations. The second article presents an activity that makes it possible to understand the physical properties of natural and synthetic forms of carbon. In the third article, an inclusive practice is reported that takes physics experiments, with low-cost materials, to a prison school. The fourth article also reports an inclusive education by involving students with SEN in the development of a mechatronic system with sensors that measure abiotic factors. The fifth and sixth articles present practices linked to teaching, research, and university extension in higher and secondary education. The seventh article presents the playground as a didactic resource in which, taking advantage of free games, moments of mathematical learning can be provided. The eighth article presents a proposal for constructing and using a homemade spectrophotometer in times of distance learning.

***Section 3: Articulation between Research & Practice in Science, Mathematics and Technology Education***, in this issue of ***APeDuC Journal*** assumes a new format, an online roundtable. A report of a round table between teachers and researchers is presented, based on the article published in 2019 by the teachers, that reports an educational practice that consists of building a biodigester. Aiming to emphasize the role of Education in Science, Mathematics, and Technology in the development of critical scientific literacy for citizenship and sustainable development, the round table had as its motto the following guiding questions: a) what is the context, importance, and impact of the work reported in the article? b) how can we bring together research and educational practice for this CTS line of work? c) how can we envision an agenda for this research-practice relationship with Agenda 2030 as the horizon? Essential questions and challenges for the future of Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education and their relationship emerged from this roundtable.

Este número da **APeDuC Revista** apresenta três **Recensões Críticas**. Na primeira somos convidados a revisitar a premissa de que a evolução até ao *Homo Sapiens* exigiu o desenvolvimento de processos de cooperação, por isso, estamos fortemente empenhados em ser sociais, trabalhar em grupos, e considerar o que é melhor para o coletivo. A outra recensão crítica é de um livro que pretende contribuir para uma nova compreensão sobre as dimensões holística, crítica e transformadora da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e Cidadania Global. A recensão crítica do terceiro livro coloca o pensar os acontecimentos do presente a partir de uma temporalidade que deixa marcas na Terra a partir das produções, ações e refugos (não) humanos: o Antropoceno.

Na secção **Tem a palavra...** é dada a palavra a professores, alunos, encarregados de educação e diretores de duas instituições educativas, uma de Portugal e outra do Brasil. É também dada voz a mais dois atores educativos do Brasil. No contexto pandémico, estes atores falam-nos dos constrangimentos, oportunidades e desafios com que a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia se deparam. A disponibilização pública destas perceções constitui a riqueza destes documentos e sinaliza o potencial de se constituírem como objetos de estudo em investigações sobre a excecionalidade do fenómeno educativo a que reportam. A Presidente da Comissão Organizadora do XIX ENEC, tem também a palavra nesta edição.

Com verdadeira satisfação, renovamos o agradecimento a todos os tornaram possível a publicação da **APeDuC Revista**: Autores, Revisores, Membros do Conselho Editorial, Editores e Leitores. Muito obrigado a todos pela confiança e votos de que este *presente* permita a todos uma leitura inspiradora!

This number of **APeDuC Journal** presents three **Critical Reviews**. In the first, we are invited to revisit the premise that evolution until *Homo Sapiens* required the development of cooperation processes; therefore, we are strongly committed to being social, working in groups, and considering what is best for the collective. The other critical review is about one book that aims to contribute to a new understanding of the holistic, critical, and transformative Education for Sustainable Development and Global Citizenship dimensions.

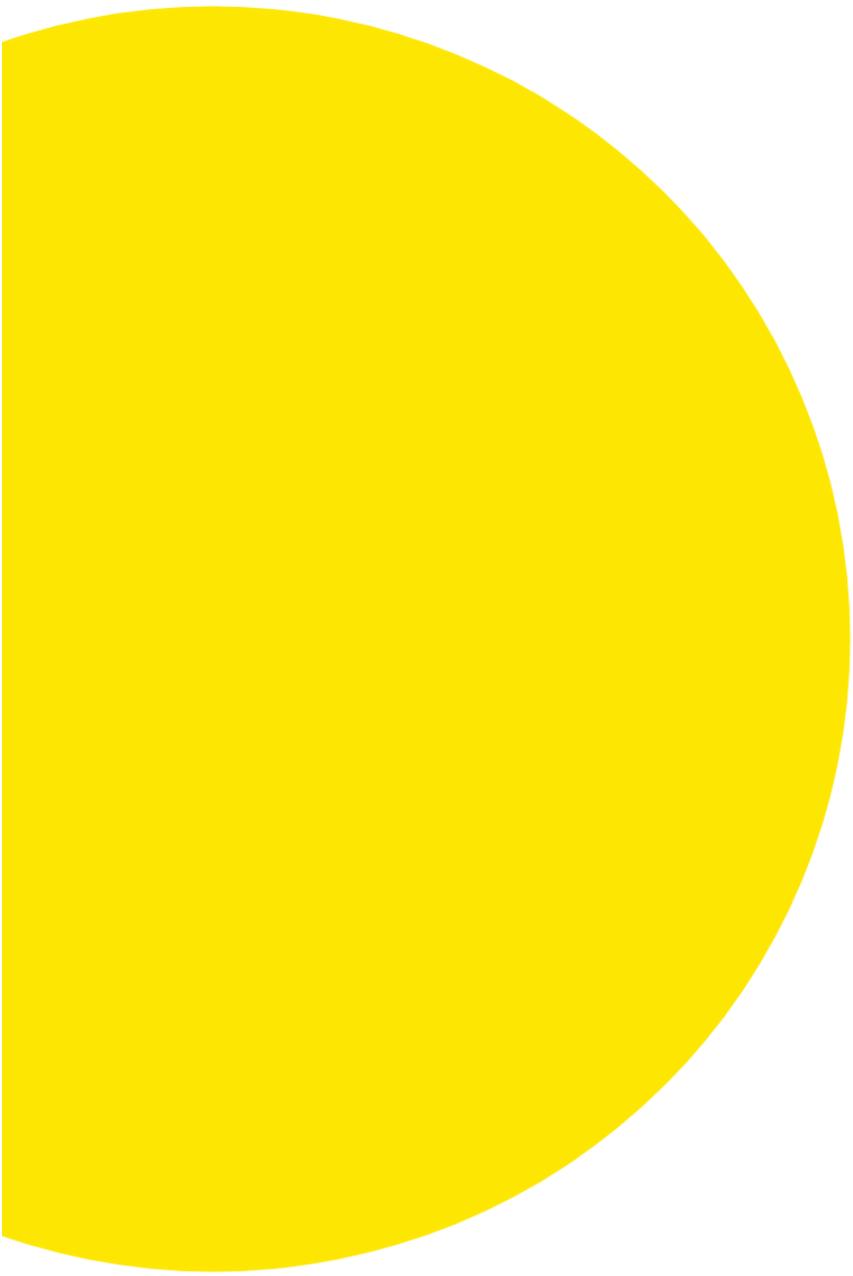
The critical review of a third book considers the current events from a temporality that leaves marks on Earth based on (non) human productions, actions, and waste: the Anthropocene.

In the section **Giving the floor...** teachers, students, parents, and directors of two educational institutions, one from Portugal and the other from Brazil, are given the floor. Two more educational actors from Brazil are also given a voice. These actors tell us about the constraints, opportunities, and challenges that Science, Mathematics, and Technology Education face in the pandemic context. The public availability of these perceptions constitutes the richness of these documents and signals the potential to make themselves objects of study in investigations on the exceptionality of the educational phenomenon they report. The President of the Organizing Committee of the XIX ENEC also has the floor in this edition.

With absolute satisfaction, we renew our thanks to all that made the publication of the **APeDuC Journal** possible: Authors, Reviewers, Members of the Editorial Board, Editors, and Readers. Thank you all very much for the trust, and we hope that this *present* will allow everyone to have an inspiring reading!

Carla Morais

Editora Assistente | Assistant 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.

## A AUTODIREÇÃO NA APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS NATURAIS: UM ESTUDO DE CASO NO 9º ANO DE ESCOLARIDADE

SELF-DIRECTION IN NATURAL SCIENCES LEARNING: A CASE STUDY IN THE 9TH GRADE

LA AUTODIRECCIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES: UN ESTUDIO DE CASO EN EL 9º GRADO

**José Luís Coelho da Silva<sup>1</sup>, Joana Soares<sup>2</sup> & Lídia Estevez Mendes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, Portugal

<sup>2</sup>Agrupamento de Escolas Ordem de Sant'Iago, Portugal

<sup>3</sup>Escola Básica de Freixo, Portugal

zeluis@ie.uminho.pt

**RESUMO** | O desenvolvimento da autonomia do aluno como uma finalidade da educação em Ciências, em articulação com um paradigma epistemológico-pedagógico de cariz socioconstrutivista pode ser conseguido através do desenvolvimento da autodireção do aluno, envolvendo-o na estruturação e condução do processo de aprendizagem. É neste âmbito que se procedeu à conceção, implementação e avaliação de uma estratégia pedagógica na disciplina de Ciências Naturais do 9º ano de escolaridade. Caracteriza-se, globalmente, pela transferência progressiva da responsabilidade da estruturação e condução do processo de aprendizagem do professor para os alunos. Uma avaliação da intervenção pedagógica permite evidenciar o impacto no envolvimento e na motivação dos alunos no processo de aprendizagem, mas assinalar, também, dificuldades sentidas pelos alunos na seleção e estruturação das atividades a adotar para a aprendizagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em Ciências, Autonomia, Negociação pedagógica, Percursos de aprendizagem.

**ABSTRACT** | The development of students' autonomy as a purpose of science education, in conjunction with an epistemological-pedagogical paradigm of socioconstructivist nature can be achieved through the development of students' self-direction, involving them in structuring and conducting the learning process. It is in this context that we designed, implemented and evaluated a pedagogical strategy in the context of the discipline of Natural Sciences in the 9th grade. It is characterised, globally, by the progressive transfer of responsibility for the structuring and conduction of the learning process from the teacher to the students. An evaluation of the pedagogical intervention highlights the impact on students' engagement and motivation in the learning process, but also points out difficulties experienced by students in selecting and structuring the activities to be adopted for learning.

**KEYWORDS:** Science Education, Autonomy, Pedagogical negotiation, Learning pathways.

**RESUMEN** | El desarrollo de la autonomía del alumno como propósito de la enseñanza de las ciencias, en conjunción con un paradigma epistemológico-pedagógico de carácter socioconstructivista puede lograrse a través del desarrollo de la autodirección del alumno, involucrándolo en la estructuración y conducción del proceso de aprendizaje. Es en este contexto que se procedió al diseño, implementación y evaluación de una estrategia pedagógica en la asignatura de Ciencias Naturales en el 9º grado. Se caracteriza, de forma global, por una transferencia progresiva de la responsabilidad de la estructuración y conducción del proceso de aprendizaje del profesor para los alumnos. La evaluación de la intervención pedagógica pone de manifiesto el impacto en el compromiso y la motivación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, pero también señala las dificultades experimentadas por los estudiantes a la hora de seleccionar y estructurar las actividades a adoptar para el aprendizaje.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de las Ciencias, Autonomia, Negociación pedagógica, Itinerarios de aprendizaje.

## 1. INTRODUÇÃO

Situar os alunos no centro dos processos educativos implica perspetivar o desenvolvimento da autonomia dos alunos como uma finalidade educativa, conceptualizando-a como “competência para se desenvolver como participante autodeterminado, socialmente responsável e criticamente consciente em (e para além de) ambientes educativos, por referência a uma visão de educação como espaço de emancipação (inter)pessoal e transformação social” (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007, p. 2). Neste âmbito, assume particular destaque a orientação da ação pedagógica para o desenvolvimento da autodireção, isto é, da assunção pelos próprios alunos da responsabilidade pela tomada de decisões relacionadas com a própria aprendizagem (Dickinson, 1996), nomeadamente, na definição de metas e planos de trabalho autodeterminados.

Uma pesquisa bibliográfica no domínio da educação em Ciências revela estudos que assumem como enfoque a autonomia ou a aprendizagem autodirigida (ex.: González & Escudero, 2007; Malan, Ndlovu & Engelbrecht, 2014; Van Uum, Verhoeff & Peeters, 2017, Manun, Lawrie & Wright, 2020; Ramnarain, 2020). Nestes estudos, as abordagens pedagógicas implementadas e avaliadas, estão direcionadas para o desenvolvimento da capacidade dos alunos na implementação, com independência e eficácia, dos processos que enformam determinadas metodologias (ex.: aprendizagem baseada em inquérito, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em problemas) e também da capacidade de autorregulação da aprendizagem. Refletem uma visão da autodireção que se distingue da valorizada no presente estudo. Aqui confere-se aos alunos o papel de decisores, negociadores e gestores da aprendizagem, através da intervenção responsável e reflexiva na tomada de decisões que tradicionalmente são assumidas pelos professores, como é o caso da definição de objetivos de aprendizagem, da seleção de conteúdos, da definição do nível de formulação da temática científica a explorar, da escolha de materiais, da seleção de tarefas de aprendizagem, etc. Reclama-se frequentemente a participação pró-ativa dos alunos nos contextos educativos, mas raramente são chamados a intervir na conceção e estruturação dos processos de ensino e aprendizagem. Reconhecendo-se a importância de dar um contributo para a superação desta lacuna e assumindo-se intencional e explicitamente o desenvolvimento da autonomia como uma finalidade da educação em Ciências, justifica-se, assim, a idealização, conceção, implementação e avaliação de estratégias pedagógicas focalizadas no envolvimento dos alunos na construção de percursos de aprendizagem autodirigida, atribuindo-lhes a responsabilidade de conduzir o processo de aprendizagem de um modo reflexivo. É neste sentido que se desenvolve o presente estudo e que parte do seguinte problema de investigação: Qual o impacto educativo de uma estratégia pedagógica orientada para o envolvimento dos alunos na construção de uma aprendizagem autodirigida? São, então, definidos como objetivos de investigação: 1) Construir uma estratégia pedagógica orientada para a participação dos alunos na construção de percursos de aprendizagem autodirigida, 2) Identificar as vantagens educativas da participação dos alunos na construção de um percurso de aprendizagem autodirigida e 3) Identificar as dificuldades sentidas por alunos na construção de um percurso de aprendizagem autodirigida.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O desenvolvimento da autonomia do aluno como uma finalidade da educação em Ciências, em articulação com paradigmas epistemológico-pedagógicos de raiz construtivista, como, por exemplo, o auto-socioconstrutivismo (Santos, 2014) e o construtivismo crítico (Kincheloe, 2006), pode ser conseguido através do desenvolvimento da autodireção dos alunos (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007), envolvendo-os na estruturação e condução dos processos de aprendizagem. Implica a assunção pelo aluno de um papel pró-ativo e interativo, com uma orientação reflexiva e dialógica, que assenta na: 1) Reflexão sobre o saber disciplinar e o processo de aprender, 2) Experimentação de estratégias de aprendizagem, 3) Regulação de experiências de aprendizagem e 4) Negociação de sentidos e decisões (Vieira, 2010 e 2014b).

A negociação de sentidos - pessoal e interativa - e a negociação processual (Breen & Littlejohn, 2000) destacam-se como dois papéis pedagógicos fulcrais no seio de uma pedagogia para a autonomia (Vieira, 2014b). A negociação de sentidos ocorre aquando da confrontação de perspectivas direcionadas para a (re)construção de saberes e para a justificação ou argumentação de posicionamentos assumidos ou de escolhas efetuadas (Breen & Littlejohn, 2000). A negociação pessoal, subjacente a todas as ações executadas pelo ser humano, assenta nos significados que atribui quando interpreta o que lê e ouve, a partir do conhecimento prévio. A negociação interativa é um processo amplamente social uma vez que decorre da interação de duas ou mais pessoas. A negociação processual, apoiada na negociação de sentidos, pode incidir em várias dimensões dos processos de ensino e de aprendizagem. Breen & Littlejohn (2000) assinalam seis níveis de negociação processual no âmbito da escola pública, que corporizam uma pirâmide curricular: no vértice situa-se a possibilidade de negociação de uma atividade, posteriormente, apontam-se, nos níveis seguintes, a negociação de uma sequência de atividades, de várias sequências de atividades, do programa de uma disciplina e, na base da pirâmide, é apontada a possibilidade da negociação da articulação entre diversas disciplinas. Estas e outras componentes da aprendizagem que podem ser objeto de negociação processual são enumeradas por Dickinson (1996) e Boud (2015). A articulação entre a negociação pessoal e interativa resulta na compreensão e partilha de significados que conduzem à negociação processual. A negociação processual procura estabelecer consensos nos processos de tomadas de decisões, ocorrendo, quando diferentes pessoas apresentam diferentes opiniões sobre um mesmo assunto e através de uma discussão alcançam um entendimento (Breen & Littlejohn, 2000).

A aprendizagem autodirigida permite que o aluno realize as atividades de aprendizagem em função dos seus interesses e objetivos pessoais, definindo o caminho que quer percorrer, como o quer percorrer e quando se sente capaz para avançar, implicando a sua participação ativa na definição das várias dimensões dos processos de ensino e de aprendizagem. O professor deixa de ser o único agente responsável pelas decisões pedagógicas, sendo esta função partilhada com o aluno quando o professor implementa estratégias pedagógicas que lhe permitem participar de forma ativa na definição do plano de aula (Alonso, Roldão & Vieira, 2006).

Assume-se como desejável uma pedagogia para a autonomia, que implica o desenvolvimento de “capacidades, conhecimentos, atitudes positivas e disposição face à agência e ao autocontrolo de comportamentos” (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007, p. 27). A capacidade de agir responsabilmente requer a reflexão e a avaliação das consequências dos seus atos, permitindo-lhe desenvolver-se enquanto pessoa, construir a “própria voz a partir de outras vozes” (Santos, 2005, p. 36). Desenvolver uma pedagogia para a autonomia implica uma

democratização do ensino, permitindo que os alunos assumam um papel pró-ativo e interativo tornando-se agentes de transformação social. Ao mesmo tempo, o professor assume um papel dialógico, reflexivo e crítico, tendo como principal função orientar os alunos na aquisição de capacidades (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007).

A competência de aprendizagem (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007) ou competência de aprender a aprender (Martín & Moreno, 2009) é apontada pelos primeiros autores como uma das subcompetências da autonomia do aluno. Esta competência compreende elementos de cariz cognitivo, afetivo e social (Martín & Moreno, 2009). Os elementos de cariz cognitivo incidem na reflexão sobre os componentes centrais do processo de aprendizagem - *o sujeito que aprende, as tarefas e as estratégias* - e na supervisão desse mesmo processo. A reflexão sobre o *sujeito que aprende* compreende a construção pelo aluno de uma imagem de si próprio como aprendiz, através da tomada de consciência das suas conceções pessoais acerca de como se aprende e da caracterização dos momentos de aprendizagem experienciados. O conhecimento reflexivo sobre as tarefas de aprendizagem implica a compreensão da natureza e finalidade das tarefas a executar, a consciencialização dos saberes prévios no âmbito da abordagem a efetuar e a definição e organização dos requisitos necessários para a sua operacionalização (Martín & Moreno, 2009). O conhecimento reflexivo sobre as estratégias de aprendizagem abrange o conhecimento das estratégias disponíveis para aprender (cognitivas, metacognitivas e socio-afetivas) e a avaliação daquelas que se adequam melhor à natureza do trabalho a desenvolver, ao estilo de aprendizagem do aluno e aos objetivos de aprendizagem que se pretendem atingir (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007; Martín & Moreno, 2009). A supervisão do processo de aprendizagem compreende a planificação e monitorização da aprendizagem, através da tomada de decisão acerca das estratégias a serem mobilizadas, da compreensão do percurso a seguir, da avaliação da eficácia da estratégia adotada e das aprendizagens alcançadas, e da revisão da seleção de estratégias efetuada face à avaliação realizada. Os elementos de cariz afetivo da competência de aprender a aprender incluem, fundamentalmente, a motivação intrínseca, a auto motivação e o sentimento de autoeficácia (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). Martín & Moreno (2009), tendo por base o conceito de *inteligência emocional* de Salovey & Sluyter (1997), sublinham o papel da reflexão sobre as emoções na aprendizagem, e redefinem o conceito anterior para *autoconsciência emocional*, que se operacionaliza através de quatro processos essenciais: a perceção, a compreensão, o controlo e a expressão das emoções. Os elementos de cariz social da competência de aprender a aprender decorrem da assunção da aprendizagem como um ato social.

É com base neste quadro teórico que se procedeu à idealização, conceção, implementação e avaliação de uma estratégia pedagógica na disciplina de Ciências Naturais do 9º ano. Esta é uma estratégia inovadora na medida em que envolve os alunos na tomada de decisões acerca da aprendizagem que usualmente são assumidas pelo professor, nomeadamente na escolha das atividades de aprendizagem a serem executadas, na definição do modo de operacionalização de alguns elementos que as enformam e na definição de todos os componentes educativos, desde a seleção de conteúdos até à definição de tarefas, para a concretização de uma pesquisa e comunicação de informação.

### 3. METODOLOGIA

A presente secção inclui a descrição da estratégia de intervenção pedagógica, que constitui o enfoque de investigação no presente estudo, e a explicitação dos procedimentos metodológicos seguidos na sua avaliação.

#### 3.1. Estratégia de intervenção pedagógica

O papel pró-ativo dos alunos na estruturação e condução do processo de aprendizagem concretizou-se através de uma estratégia pedagógica inovadora, que se caracteriza pela transferência progressiva do poder diretivo e decisório do professor para os alunos, conforme preconizado por Dickinson (1996).

A intervenção pedagógica foi desenvolvida no seio da abordagem de um conteúdo científico - Sistema Circulatório Humano -, na disciplina de Ciências Naturais do 9º ano, e durante um período de 10 semanas, organizado em 10 aulas de 90 minutos e 8 aulas de 45 minutos. A turma envolvida era constituída por um grupo de 19 alunos, caracterizado por uma distribuição aproximadamente homogénea no que se refere à variável sexo (10 alunos do sexo masculino e 9 alunos do sexo feminino) e com idades compreendidas entre os 13 e 15 anos, predominando o nível etário dos 14 anos (68,4 %). Nas aulas de 45 minutos, os alunos encontravam-se distribuídos por dois turnos, constituídos, respetivamente, por 10 e 9 alunos. A turma estava também organizada em seis grupos, cinco de três elementos e um de quatro elementos, de modo a operacionalizar o trabalho em pequeno grupo.

O Quadro 1 mostra a estrutura global da estratégia de intervenção pedagógica implementada no âmbito do presente estudo.

A estratégia de intervenção pedagógica está estruturada em cinco momentos: 1) Reflexão Inicial, 2) Planificação da Aprendizagem, constituída pelas fases 1 e 2, 3) Reflexão Intermédia, 4) Planificação da Aprendizagem, constituída pelas fases 3 e 4, e 5) Reflexão Final. Estes momentos concretizam-se mediante a articulação de modos diversificados de trabalho – individual, pequeno grupo e grupo turma –, potenciando a natureza dialógica e social do ato de aprender, assegurando-se, assim, um dos princípios do construtivismo crítico – o comprometimento de todos os alunos no processo de produção do conhecimento (Kincheloe, 2006). O modo de trabalho individual é um momento de negociação de sentidos pessoal (Breen & Littlejohn, 2000), sendo fulcral para cada aluno tomar consciência das ideias que perfilha, do modo como evoluem, e, também, das aprendizagens efetuadas. No pequeno grupo, os alunos são chamados a tomar decisões sobre o funcionamento do grupo, distribuindo papéis e definindo condições de execução das atividades de aprendizagem. Deste modo, são, também, operacionalizados princípios da aprendizagem cooperativa (Murdoch & Wilson, 2008; Torrego Seijo & Negro Moncayo, 2012), apontada como uma via possível para o desenvolvimento da autonomia do aluno (Puig & Martín, 2007; Beer, 2016; Shi & Han, 2019). O pequeno grupo e o grupo turma são ainda espaços de negociação interativa de ideias, que propiciam a construção de consensos e a (re)construção do conhecimento científico.

Os momentos de reflexão – Inicial, Intermédio e Final - incidem na análise, em pequeno grupo e em grupo turma, da estratégia adotada para promover o envolvimento dos alunos na estruturação do processo de aprendizagem. Em todos os momentos, a reflexão permite que os alunos tenham uma visão completa e abrangente do que é necessário fazer para serem

desenvolvidas as aprendizagens desejadas no âmbito da temática em estudo, cumprindo-se, assim, uma das características próprias de um percurso de aprendizagem flexível (Salinas & De-Benito, 2020).

**Quadro 1 – Estrutura global da intervenção pedagógica**

1º MOMENTO: REFLEXÃO INICIAL						
Enfoque		Modo de resolução		Aulas (90+45 min)		
Interpretação da estrutura da intervenção pedagógica		Pequeno Grupo Grupo Turma		1+1		
2º MOMENTO: PLANIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM (FASES 1 E 2)						
Grau de decisão		Papel do aluno	Atividades de Aprendizagem - Opções	Conhecimento científico	Modo de resolução	Aulas (90+45min)
Prof.	Aluno					
↑ +	↓ -	Reflexão Negociação Decisão Gestão	1	Morfofisiologia do coração humano	Individual Pequeno Grupo Grupo Turma	1+2
			2 A1 A2	Morfofisiologia dos vasos sanguíneos + Circulação sanguínea		2+2
3º MOMENTO: REFLEXÃO INTERMÉDIA						
Enfoque		Modo de resolução		Aulas (90min)		
Interpretação da estrutura da intervenção pedagógica		Pequeno Grupo Grupo Turma		1		
4º MOMENTO: PLANIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM (FASES 3 E 4)						
Grau de decisão		Papel do aluno	Atividades de Aprendizagem - Opções	Conhecimento científico	Modo de resolução	Aulas (90+45min)
Prof.	Aluno					
↓ -	↑ +	Reflexão Negociação Decisão Gestão	B1 3 B2 B3	Constituintes e funções do sangue	Individual Pequeno Grupo Grupo Turma	2+1
			Planificação: Pesquisa e Comunicação	Sistema linfático		2+2
5º MOMENTO: REFLEXÃO FINAL						
Enfoque		Modo de resolução		Aulas (90 min)		
Reflexão global sobre a intervenção pedagógica		Individual Grupo Turma		1		

**Legenda:** Prof. (Professor).

O momento de reflexão inicial é operacionalizado através da realização em pequeno grupo, seguida de discussão crítica (v. Bailin, 2018; Lopes & Silva, 2019) no grupo turma, da atividade de aprendizagem intitulada ‘*O Que Vou Fazer e Como Vou Fazer*’. Esta atividade consiste na interpretação pelos alunos de um quadro, que representa esquematicamente a intervenção pedagógica, estando direcionada não só para a construção de uma imagem global e completa da estratégia de intervenção pedagógica, mas, também, para a compreensão da natureza de cada um dos momentos que a constituem, do modo como estão interrelacionados, e para a inferência dos papéis e do grau de decisão que o professor e os alunos vão assumindo ao longo da sua concretização. O momento de reflexão intermédia seguiu o mesmo modo de operacionalização

adotado no momento anterior, através da realização da atividade de aprendizagem designada por *'Onde Estamos? Para Onde Vamos?'*, que consiste, globalmente, na interpretação de um quadro idêntico ao explorado anteriormente, adaptado em função das atividades já realizadas. O momento de reflexão final é concretizado através da promoção de uma discussão crítica no grupo turma, focalizada no impacto educativo da intervenção pedagógica, em particular, na reflexão sobre os produtos e os processos de aprendizagem, sobre vantagens educativas e dificuldades sentidas na tomada de decisão.

A necessidade de estruturar e implementar um momento intermédio de reflexão emergiu na sequência da observação não estruturada, efetuada pelos autores do presente artigo, do desempenho dos alunos na consecução do primeiro momento de planificação da aprendizagem. Essa observação apontou a necessidade de incrementar a consciencialização dos alunos para o papel que estavam a desempenhar, para as funções que ainda teriam de exercer, e para a responsabilidade que, desse modo, estavam a assumir na estruturação do processo de aprendizagem. Constituiu-se também como um momento de monitorização da construção do percurso de aprendizagem ao envolver os alunos na reflexão sobre as aprendizagens que estavam a desenvolver e daquelas que ainda necessitariam de desenvolver, contribuindo, assim, para uma tomada de decisão mais sustentada no momento seguinte de planificação da aprendizagem.

O segundo e o quarto momento da estratégia pedagógica - Planificação da aprendizagem - estão estruturados, respetivamente, nas fases 1 e 2 e nas fases 3 e 4. Estas fases distinguem-se pelo grau de decisão assumido pelo professor e pelos alunos na seleção das atividades de aprendizagem a realizar, em função das opções/alternativas disponíveis, que resulta na definição de sequências didáticas de acordo com os interesses, apetências e necessidades dos alunos. A oferta de opções ou alternativas é uma outra característica própria de percursos de aprendizagem flexíveis (Salinas & De-Benito, 2020).

Na primeira fase é o professor quem detém o poder absoluto de estruturar o processo de aprendizagem. Esta situação decorre de dois fatores: a) envolver gradualmente os alunos no processo de planificação da aprendizagem e b) promover a familiarização dos alunos com um tipo de atividades de aprendizagem de modo a desenvolverem a capacidade de interpretação da sua estrutura, condição necessária para a seleção futura de outras atividades de aprendizagem. A atividade de aprendizagem selecionada incide na exploração do problema – *Que relação existe entre as características morfológicas do coração humano e a função que desempenha* –, tendo sido adaptada de uma atividade de aprendizagem de Coelho da Silva, Gonçalves & Poças (2012). É constituída por uma tarefa de cariz laboratorial - dissecação do coração do porco -, enquadrada numa estratégia do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete (v. Coelho da Silva & Leite, 1997; Coelho da Silva, 2000), em articulação com outras tarefas de natureza diversificada (ex.: definição de tempos de resolução das tarefas, distribuição de papéis pelos vários elementos do grupo, reflexão sobre a aprendizagem). A estratégia do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete (POER) é idêntica à estratégia Prevê-Observa-Explica-Avalia [*Evaluate*] (POEE), apontada como potencialmente promotora da autodireção dos alunos (Mamun, Lawrie & Wright, 2020), quer nos fundamentos epistemológicos de raiz construtivista quer na sua estrutura. A etapa 'Reflete' coincide com a etapa 'Avalia', porque integra não só a reflexão sobre o processo de aprendizagem mas, também, a monitorização/avaliação das aprendizagens.

Na segunda fase, o poder do professor é transferido para o grupo turma, que, consensualmente, tem de escolher a atividade de aprendizagem a ser realizada por todos os

grupos. A escolha é feita a partir de duas opções, disponibilizadas pelo professor, sobre a morfofisiologia dos vasos sanguíneos e a circulação sanguínea: A1) Interpretação de Textos de caráter Histórico e Replicação de uma Experiência de caráter Histórico de Harvey (1999, pp. 65-67), adaptada de uma outra atividade de aprendizagem (Ribeiro, 2016; Ribeiro & Coelho da Silva, 2019) e A2) Organização de Informação a partir de Textos Escolares, selecionados pelos alunos a partir de manuais escolares disponibilizados pelo professor, e apoiada por um mapa estratégico de pensamento, isto é, por um conjunto de perguntas orientadoras da elaboração de um resumo e por organizadores gráficos para a construção de um quadro comparativo e um mapa de conceitos. A seleção pelos alunos da atividade de aprendizagem a ser realizada (opção A1 ou opção A2), assumindo, assim, o protagonismo na construção de um percurso de aprendizagem autodirigida, processou-se através da atividade *'Decidir o Que Fazer para Aprender I'*. Consiste, globalmente, na análise comparativa das duas opções ao nível da estrutura, da natureza das tarefas que as corporizam e dos conhecimentos e capacidades passíveis de serem desenvolvidas. É a partir dessa análise que os alunos se envolvem num processo de negociação, primeiramente em cada um dos pequenos grupos e depois no grupo turma, de modo a decidirem consensualmente a atividade a ser resolvida por todos. A escolha do grupo turma recaiu na opção A1 (Interpretação de Textos de caráter Histórico e Replicação de uma Experiência de caráter Histórico).

Na terceira fase, o poder de decisão continua centrado nos alunos, mas é incrementado mediante a transferência do poder de escolha do grupo turma para o pequeno grupo, aumentado, assim, a possibilidade de escolhas diferenciadas. A tomada de decisão incide na escolha da atividade de aprendizagem que cada grupo deseja executar, a partir de três opções fornecidas pelo professor e que estão focalizadas nos constituintes e funções do sangue: B1) Interpretação de Textos Escolares, B2) Organização de Informação a partir de Textos Escolares, e B3) Interpretação de Dados obtidos Laboratorialmente (Observação de células sanguíneas ao microscópio ótico composto) e Interpretação de Textos Escolares, estruturada segundo uma abordagem do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete (v. Coelho da Silva, 2020). O processo de seleção da atividade de aprendizagem a ser realizada por cada um dos pequenos grupos (opção B1, opção B2 e opção B3) seguiu um procedimento idêntico ao implementado na segunda fase. Consistiu na análise comparativa das três opções através da execução da atividade *'Decidir o Que Fazer para Aprender II'*. A opção B1 foi escolhida por quatro grupos e a opção B3 foi escolhida por dois grupos. A opção B2 não foi escolhida por nenhum grupo.

Na quarta fase, o poder dos alunos na definição do percurso de aprendizagem é ainda maior, porque é a eles que compete definir todos os elementos necessários para a concretização de uma atividade de pesquisa e comunicação de informação no âmbito do Sistema Linfático. Cada grupo de alunos tem plena liberdade para definir: 1) os conteúdos a explorar e, conseqüentemente, o nível de profundidade a considerar na abordagem da temática científica, 2) os objetivos de aprendizagem, de cariz disciplinar e transversal, a desenvolver, quer através da pesquisa de informação quer através da comunicação de informação, 3) as tarefas a desenvolver para concretizar a pesquisa e comunicação de informação, 4) os materiais necessários para a concretização das tarefas, 5) o período de tempo necessário para a execução das tarefas, 6) os alunos responsáveis pela consecução de cada uma das tarefas por eles definidas e 7) a natureza e estrutura do suporte a mobilizar na comunicação de informação (implica a tomada de decisões sobre: tipo de suporte a adotar, título, conteúdos, textos, imagens, tipo e tamanho de letra, tempo de exploração). Deste modo, cada grupo traça o seu percurso de aprendizagem, em função

das suas necessidades e interesses.

Em síntese, as combinações possíveis de atividades de aprendizagem, face às opções/alternativas disponibilizadas na segunda e na terceira fase, em conjugação com a responsabilidade totalmente conferida aos alunos na definição dos elementos estruturantes da atividade de pesquisa e comunicação de informação (quarta fase), possibilitam-lhes a construção de percursos de aprendizagem diferenciados e personalizados.

### **3.2. Metodologia de investigação**

A metodologia de investigação consiste na operacionalização articulada de procedimentos de cariz qualitativo e de procedimentos de cariz quantitativo. Os dados considerados para o presente artigo foram, de acordo com os objetivos de investigação, recolhidos a partir de um questionário, aplicado aos alunos no final da intervenção pedagógica, e a partir de uma tarefa de cariz reflexiva, que assumiu, simultaneamente, uma função pedagógica e uma função investigativa, realizada no final da quarta fase do momento de planificação da aprendizagem (Atividade de Pesquisa e Comunicação de Informação). As questões que integram o questionário aqui consideradas são as seguintes: 1) *Indica a importância que atribuis à participação dos alunos na definição das atividades/tarefas de aprendizagem a realizar nas aulas* e 2) *Indica a fase – 2 ou 3 – em que tiveste maior dificuldade em tomar uma decisão acerca da atividade de aprendizagem que deverias realizar*. A recolha de dados a partir da atividade de aprendizagem de ‘Pesquisa e Comunicação da Informação’ processou-se a partir da resolução da seguinte questão: 3) *Assinala, em cada um dos conjuntos que se seguem a tarefa em que sentiste maior dificuldade: 3.1) - Definição das tarefas para a consecução da pesquisa de informação; - Definição das tarefas para a consecução da comunicação de informação; 3.2) - Definição dos objetivos de aprendizagem; - Seleção do material necessário para a consecução das tarefas; - Definição do tempo de execução das tarefas; - Distribuição de funções/papéis pelos vários elementos do grupo. Justifica a tua resposta*.

O procedimento de cariz qualitativo consiste na aplicação da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 2016). É efetuada a categorização das respostas dos alunos às questões abertas, de acordo com categorias que emergem da classificação analógica e progressiva das respostas. A unidade de registo, definida em função de um critério semântico, é de dimensão variável, correspondendo a uma ou mais frases que constituem cada uma das respostas dos alunos. Com o intuito de diminuir a subjetividade inerente à categorização, procedeu-se à validação de análise de conteúdo (Coutinho, 2013), através da realização da categorização em diferentes momentos e pela confrontação da interpretação efetuada por cada um dos investigadores intervenientes no presente estudo. O procedimento de cariz quantitativo consiste na contagem frequencial das respostas incluídas em cada categoria, permitindo determinar tendências e regularidades.

## **4. RESULTADOS**

As vantagens educativas atribuídas pelos alunos à participação na definição dos percursos de aprendizagem autodirigida, através da tomada de decisão na seleção e planificação em diferentes momentos de atividades/tarefas de aprendizagem a executar, bem como as razões que lhes estão subjacentes estão registadas na Tabela 1. O somatório do número de alunos que

indicam cada uma das vantagens educativas, bem como das respectivas razões, é superior ao número total de alunos participantes no estudo, uma vez que cada aluno podia manifestar mais do que uma vantagem e razão. É de sublinhar que todos os alunos apontaram vantagens educativas à participação na tomada de decisão conducente à definição de percursos de aprendizagem e explicitaram as razões subjacentes.

**Tabela 1** – *Vantagens educativas e respetivas razões apontadas pelos alunos à participação na construção de um percurso de aprendizagem autodirigida (n = 19)*

Vantagens/Razões	Alunos (f)
<p>Maior envolvimento/responsabilidade na realização das atividades de aprendizagem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decorrente da valorização da opinião pessoal dos alunos</li> <li>- Decorrente da seleção das atividades adequadas às características/interesses/necessidades dos alunos</li> </ul>	<p><b>10</b></p> <p>4</p> <p>6</p>
<p>Maior motivação para aprender</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decorrente da valorização da opinião pessoal dos alunos</li> <li>- Decorrente da seleção das atividades adequadas às características/interesses/necessidades dos alunos</li> </ul>	<p><b>11</b></p> <p>5</p> <p>6</p>

Apresentam-se, em seguida, alguns exemplos de respostas ilustrativos das vantagens assinaladas na Tabela 1:

“Nestas aulas sentimos que a nossa professora se importava realmente em saber a nossa opinião e que era tida em conta nas aulas porque realizávamos mesmo as atividades que escolhíamos. Como íamos fazer o que gostávamos, sentíamos que devíamos estar mais atentos e colaborar mais uns com os outros.” (A3, sublinhado nosso)

“A nossa participação na definição das tarefas de aprendizagem a realizar na sala de aula faz sentirmo-nos importantes, porque somos nós que estamos a dizer o que vamos fazer e o modo como vamos trabalhar. Assim, vamos estar mais atentos e ter muito mais cuidado na realização das atividades.” (A16, sublinhado nosso)

“Durante as aulas do sistema circulatório tive a oportunidade de escolher, com os meus colegas, as tarefas que queríamos realizar e, assim, optamos por aquelas que preferíamos. Como fomos nós que escolhemos, não podemos dizer que não gostamos e sentimos mais responsabilidade na sua realização.” (A18, sublinhado nosso)

“Estas aulas foram diferentes daquilo a que estamos habituados porque nos permitiram participar nas aulas e tomar decisões acerca das atividades a realizar. Decidimos coisas que os professores é que costumam decidir e ficamos mais entusiasmados na resolução das atividades de aprendizagem.” (A2, sublinhado nosso)

“Nunca nenhum professor me tinha pedido para decidir o que fazer na aula e nestas aulas eu pude dar a minha opinião e ser ouvido. Fiquei entusiasmado, ia com mais vontade para as aulas e eu e os meus colegas fomos mais cuidadosos a realizar as tarefas em grupo.” (A15, sublinhado nosso)

“As atividades de aprendizagem que realizamos foram por nós escolhidas. São aquelas que consideramos mais importantes para a nossa aprendizagem e, assim, ficamos mais interessados e motivados para as fazer.” (A6, sublinhado nosso)

As perceções dos alunos (A1 a A19) acerca das dificuldades sentidas nas tomadas de decisão efetuadas na segunda e na terceira fase do momento de *Planificação da Aprendizagem* estão registadas na Tabela 2.

A perceção da ocorrência de dificuldades nas fases de tomada de decisão é apontada pela

maioria dos alunos, constatando-se a indicação de ausência de dificuldades por um número significativamente reduzido de alunos. Apenas três alunos indicam razões para não terem sentido dificuldades na tomada de decisões. O número de alunos que indica ter sentido dificuldades na segunda fase é igual ao número de alunos que assinalam ter sentido dificuldades na terceira fase.

**Tabela 2 – Dificuldades experienciadas pelos alunos na seleção das atividades de aprendizagem na 2ª e 3ª fases do momento de ‘Planificação da Aprendizagem’ (n = 19)**

Grau de dificuldade	Alunos (f)	Razões
Maior dificuldade na tomada de decisão na 2ª fase	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de familiarização com atividades de tomada de decisão: A5, A10, A13, A17, A18</li> <li>▪ Falta de familiarização com tarefas de análise de atividades de aprendizagem: A10</li> <li>▪ Dificuldade em articular os interesses no pequeno grupo: A8</li> <li>▪ Dificuldade em analisar a atividade de aprendizagem devido à sua extensão elevada: A4, A9</li> </ul>
Maior dificuldade na tomada de decisão na 3ª fase	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dificuldade em articular os interesses no pequeno grupo: A6, A7, A11, A12, A19               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de gosto pela tarefa de desenhar: A6, A19</li> <li>– Não é especificada a razão: A7, A11, A12</li> </ul> </li> <li>▪ Dificuldade em analisar as atividades de aprendizagem: A2, A15, A16</li> </ul>
Ausência de dificuldades	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facilidade de análise das atividades de aprendizagem em virtude do:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– diálogo estabelecido entre os colegas: A3, A11 e A14</li> <li>– apoio prestado pelo professor: A3, A14</li> </ul> </li> </ul>

Apresentam-se, em seguida, exemplos de respostas que ilustram as razões apontadas pelos alunos para a dificuldade sentida na tomada de decisão na segunda e na terceira fase do momento de planificação da aprendizagem:

**FALTA DE FAMILIARIZAÇÃO COM ATIVIDADES DE TOMADA DE DECISÃO E/OU DE ANÁLISE DE ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM**

“A maior dificuldade foi na fase 2 pois era uma tarefa que não estava habituada a fazer. Normalmente, o professor é que dizia sempre o que tínhamos de fazer.” (A5, sublinhado nosso)

“Para mim a fase 2 foi aquela em que tive maior dificuldade, pois além de não estar habituado a escolher as atividades para fazer, não estava habituado a analisar atividades.” (A10, sublinhado nosso)

**DIFICULDADE EM ARTICULAR OS INTERESSES NO PEQUENO GRUPO**

“Fase 3, pois como os meus colegas preferiam a atividade em que tínhamos de desenhar e eu não, porque não gosto de desenhar, houve uma longa discussão no grupo tendo eu no final cedido.” (A6, sublinhado nosso)

“Fase 2, pois dentro do pequeno grupo havia opiniões diferentes: dois alunos preferiam a atividade de aprendizagem ‘Organização de Informação a partir de Textos Escolares’ e eu e outro colega preferíamos a atividade ‘Interpretação de Textos de caráter Histórico e Replicação de uma Experiência de caráter Histórico’ só quando lhes mostramos que esta tinha uma tarefa laboratorial é que eles cederam.” (A8, sublinhado nosso)

**DIFICULDADE EM ANALISAR AS ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM**

“Senti maior dificuldade em escolher a atividade de aprendizagem da fase 2 pois, embora as opções fossem apenas duas, eram muito longas, o que dificultou a análise das mesmas e a respetiva escolha.” (A4, sublinhado nosso)

Apesar da maioria dos alunos manifestar ter sentido dificuldades na tomada de decisão,

numa ou noutra fase, verifica-se um posicionamento diferente de três alunos que afirmam a ausência de dificuldades. É apontada a dinâmica da atividade de aprendizagem como o fator facilitador da tomada de decisão, especificamente, o diálogo entre os alunos e a interação aluno-professor, que, pela entreeajuda estabelecida, permitem a resolução de dúvidas. Apresentam-se, em seguida, as respostas dadas por estes alunos:

“Penso que não tive nenhuma dificuldade visto que tomamos a decisão em grupo.” (A1, sublinhado nosso)

“Não senti dificuldade pois ao ter a ajuda dos colegas de grupo e da professora qualquer dúvida que surgisse era esclarecida.” (A3, sublinhado nosso)

“Não tive dificuldade na tomada de decisão porque quando surgia alguma dúvida era discutida no pequeno grupo e, quando no pequeno grupo não chegávamos a um consenso perguntávamos à professora.” (A14, sublinhado nosso)

A Tabela 3 apresenta as dificuldades que os alunos indicaram ter sentido aquando da concretização da última fase do momento de ‘Planificação da Aprendizagem’, em que tinham de tomar decisões acerca de todos os elementos necessários para concretizar a atividade de pesquisa e comunicação da informação.

**Tabela 3 – Dificuldades sentidas pelos alunos na tomada de decisão na consecução da atividade de pesquisa e comunicação da informação (n = 19)**

Questão	Dificuldades sentidas na...	Alunos (f)
3.1	definição das tarefas para a consecução da pesquisa de informação	12
	definição das tarefas para a consecução da comunicação da informação	7
3.2	definição dos objetivos de aprendizagem	10
	definição do tempo de execução de uma tarefa	7
	seleção do material necessário para executar cada uma das tarefas	1
	distribuição das funções pelos vários alunos do grupo	1

As razões apontadas para as dificuldades acima assinaladas estão ilustradas nas respostas que a seguir se apresentam, a título de exemplo:

**FALTA DE FAMILIARIZAÇÃO COM A TAREFA DE DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

“São os professores que costumam fazer essa parte de definir os objetivos de aprendizagem. É uma decisão sempre deles e não nossa.” (A6)

**DIFICULDADE EM ATINGIR UM CONSENSO**

“Cada aluno tinha uma ideia diferente e como não estávamos de acordo foi difícil escolher os objetivos de aprendizagem.” (A9)

“Tivemos dificuldade no pequeno grupo em chegar a acordo.” (A5)

**DIFICULDADE EM REDIGIR O OBJETIVO DE APRENDIZAGEM**

“Foi difícil escrever o que pensávamos que poderiam ser os objetivos de aprendizagem.” (A10)

“Tivemos dificuldade em distinguir diferentes objetivos.” (A12)

## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo contribui para a construção de uma visão mais ampla da autonomia e da autodireção dos alunos do que aquela que tem vindo a ser assumida em alguns estudos, caracterizada, globalmente, pela ação independente e eficaz dos alunos na execução dos processos que enformam determinadas metodologias. Esse novo papel, pautado pela intervenção efetiva dos alunos na configuração de percursos de aprendizagem autodirigida, personalizados e diferenciados, pode ser conseguido através de estratégias como aquela que constitui o enfoque da investigação aqui realizada. É uma estratégia que valorizou uma relação pedagógica democrática, que privilegiou a *autodeterminação*, responsabilizando os alunos pela tomada de decisão na estruturação do processo de aprendizagem, a *responsabilidade social*, através da cooperação com os pares e com o professor, da negociação pedagógica conducentes à tomada de decisão informada, da interdependência, e a *consciência crítica*, mediante a assunção de uma atitude reflexiva sobre o papel que estão a assumir, sobre a relevância educativa desse papel para a sua própria aprendizagem mas também dos seus pares, sobre os processos de aprendizagem. O estudo desenvolvido acentua uma análise das vantagens educativas e das dificuldades experienciadas pelos alunos participantes, contribuindo para a compreensão da operacionalização educativa da autodireção.

As vantagens educativas atribuídas pelos alunos à intervenção na definição das tarefas que enformam o processo de aprendizagem são: 1) maior envolvimento/responsabilidade na realização das atividades de aprendizagem e 2) maior motivação para aprender. São ganhos educativos que podem contribuir expressivamente para um maior comprometimento dos alunos em relação à educação e para uma aprendizagem mais significativa das Ciências, em consonância com a visão da motivação como o “motor” que despoleta esforços conducentes à aprendizagem, que, por sua vez, alimenta a motivação (Gibbons, 2002, Gil de La Serna & Escaño, 2010). Apontam para a repercussão da intervenção pedagógica na transformação do aluno em participante ativo do ponto de vista comportamental e motivacional. Está evidenciado o desenvolvimento da competência atitudinal e da competência para a motivação, consideradas como subcompetências da competência da autonomia (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). As razões, apontados pelos alunos, como sendo responsáveis por despoletar quer a responsabilidade quer a motivação são as mesmas: a valorização das opiniões pessoais dos alunos e o incremento da adequação das atividades às características, interesses e necessidades dos alunos, na sequência da seleção das atividades por eles próprios.

A competência atitudinal, que se manifesta no desenvolvimento de atitudes positivas perante um maior envolvimento e responsabilização dos alunos na construção do processo de aprendizagem, é indicada como uma das vantagens educativas da participação na tomada de decisões. A atitude ativa em relação à aprendizagem, a predisposição para assumir responsabilidades e a abertura à cooperação são algumas das atitudes promotoras da autonomia (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007).

A valorização atribuída pelos alunos ao contributo da estratégia pedagógica para a adequação das atividades de aprendizagem às características, interesses e necessidades é concordante com os resultados de um outro estudo, realizado na disciplina de Biologia e Geologia, do 11º ano de escolaridade, de um curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias (Correia, 2016). Os alunos consideram que ao participarem na definição do percurso de aprendizagem estão a contribuir para incrementar a adequação das práticas letivas ao

contexto de aprendizagem. Assinala-se ainda a concordância com outros resultados, obtidos num estudo focalizado na construção da aprendizagem autodirigida na disciplina de Inglês, em que as aulas autodirigidas são percebidas pelos alunos como uma oportunidade para desenvolverem a sua autonomia e, conseqüentemente, potenciadoras da motivação e autoestima” (Teixeira, 2011 e 2014). Estes resultados estão em consonância com o reconhecimento da pedagogia para a autonomia no desenvolvimento da autodireção dos alunos, na assunção de uma atitude de responsabilidade pela sua própria aprendizagem (Vieira, 1998).

Importa salientar a voz dos alunos que, ao justificarem a ausência de dificuldades na tomada de decisões conducente à definição de percursos de aprendizagem, fazem sobressair a dimensão social da autonomia (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). A consciencialização manifestada do impacto das relações de interdependência no grupo mostra que estão a desenvolver a responsabilidade social, fulcral para o exercício da autodireção. É, deste modo, reforçado o potencial que é apontado, por alguns estudos, à aprendizagem cooperativa no desenvolvimento da autonomia dos alunos (Shi & Han, 2019).

Embora os alunos tenham apontado vantagens educativas à participação na definição de percursos de aprendizagem autodirigida, verifica-se que também assinalam ter sentido dificuldades. São assinaladas dificuldades nas três fases de planificação da aprendizagem. As razões apontadas para o grau de dificuldade sentido estão, globalmente, relacionadas com experiências anteriores de aprendizagem e com a dinâmica inerente ao processo de tomada de decisão. A falta de familiarização dos alunos com práticas educativas que propiciem a tomada de decisões e a interpretação de atividades de aprendizagem é uma razão apontada para justificar o grau de dificuldade sentido na tomada de decisão na segunda fase. É na natureza da dinâmica do processo de tomada de decisão, na interpretação da estrutura e enfoque das atividades de aprendizagem e, ainda, na articulação dos interesses dos alunos, que incidem as outras razões apontadas para justificar o grau de dificuldade sentido na tomada de decisão nas fases 2 e 3. A dificuldade de articulação dos interesses dos alunos na tomada de decisão da fase 3 é despoletada, segundo dois alunos, pela falta de gosto pela tarefa de desenhar, exigida no registo das ideias prévias dos alunos e das observações das células sanguíneas ao microscópio ótico. A dificuldade na interpretação das atividades de aprendizagem é referida por alguns alunos na tomada de decisão nas fases 2 e 3, podendo estar relacionada com a falta de familiarização com este tipo de atividades.

A percepção dos alunos indica globalmente que foram sentidas dificuldades na definição das tarefas e dos componentes necessárias para concretizar as atividades de pesquisa e de comunicação da informação. No entanto, a maioria dos alunos assinala a ocorrência de dificuldades na definição das tarefas necessárias para concretizar a pesquisa de informação. As dificuldades centram-se ainda, fundamentalmente, na definição dos objetivos de aprendizagem a desenvolver através de cada uma das atividades e na definição do tempo de execução de cada uma das tarefas que as corporizam. A dificuldade na definição dos objetivos de aprendizagem prende-se com a falta de envolvimento dos alunos em tarefas de redação de objetivos de aprendizagem, a dificuldade do grupo em decidir consensualmente os objetivos de aprendizagem a contemplar em cada uma das atividades e a dificuldade em redigir objetivos de aprendizagem. A dificuldade na distribuição de funções pelos vários alunos do grupo está relacionada com a dificuldade em atingir um consenso no seio do grupo relativamente ao aluno responsável pela execução de cada uma das tarefas.

Uma reflexão dos autores do presente estudo, informada pelos resultados obtidos, conduziu à formulação de um conjunto de desafios que se colocam à operacionalização de práticas orientadas para a intervenção dos alunos na planificação da aprendizagem. Os professores que desejem replicar este tipo de abordagem deverão ter em consideração estes desafios aquando da sua planificação: a) a constituição de atividades de aprendizagem distintas e focalizadas no mesmo conteúdo científico para permitir aos alunos efetuarem escolhas em função dos seus interesses, apetências, necessidades, competências, estilos de aprendizagem, etc., e construir percursos de aprendizagem personalizadas; b) a articulação do tempo de aprendizagem previsto nos documentos oficiais para a abordagem das temáticas científicas com os requisitos de operacionalização da estratégia de planificação da aprendizagem; c) a conceção de guiões orientadores e facilitadores da ação dos alunos na escolha sustentada das atividades de aprendizagem; d) a articulação da seleção de conteúdos pelos alunos com as determinações dos documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e aprendizagem; e) o envolvimento dos alunos na compreensão da estratégia de planificação da aprendizagem e f) a consciencialização dos alunos para a importância da reflexão sobre a aprendizagem.

Embora se assinala um impacto educacional positivo da intervenção pedagógica, trata-se de uma abordagem isolada no currículo dos alunos, pelo que é equacionada a necessidade de ser alargada a outras áreas disciplinares, quebrando-se o isolamento entre elas, e ampliada no tempo para que tenha uma repercussão mais expressiva no desenvolvimento da autonomia e da autodireção dos alunos, capacitando-os para assumirem uma atitude de controlo da aprendizagem ao longo da vida. Os conselhos de turma são lugares privilegiados para a negociação, articulação e planificação das práticas a implementar. Contudo, fatores situacionais de variada ordem, relativos ao contexto, ao professor e ao aluno, podem coartar a construção de uma pedagogia para a autonomia nas escolas (Vieira, 2010 e 2014a). Neste sentido, é apontada a falta de incentivos profissionais, o envolvimento dos professores em tarefas burocráticas, a escassez de tempo e de espaços para o desenvolvimento de um trabalho cooperativo, a falta de uma cultura de cooperação, o número de alunos por turma e de turmas por professor, a regulamentação excessiva, a prestação de contas, a hierarquização de papéis como exemplos de constrangimentos de ordem institucional e organizacional que poderão dificultar o envolvimento dos professores na transformação e inovação da pedagogia.

A ampliação da estratégia pedagógica a outras unidades didáticas da mesma disciplina permitirá ultrapassar o constrangimento do tempo, determinado pelos documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e de aprendizagem, possibilitando a diferenciação de tarefas e maiores níveis de negociação. Importa também ampliar a autodireção aos processos de avaliação das aprendizagens, face à relevância que esta ocupa nos contextos educativos, envolvendo os alunos na negociação de critérios, de pesos de avaliação, e constituindo-os como um dos atores educativos intervenientes na avaliação da aprendizagem.

## **6. CONCLUSÕES**

A transferência de poder do professor para os alunos na planificação da aprendizagem, responsabilizando-os pela definição de um percurso de aprendizagem autodirigida, mostrou-se um processo educativo viável. A abordagem adotada permitiu que a aprendizagem dos alunos seguisse percursos diferenciados e personalizados, resultantes das escolhas efetuadas, por eles assumidas como sendo as educacionalmente mais relevantes. Os alunos, em conjunto com o

professor, constituíram-se como agentes transformadores da pedagogia.

Uma avaliação da intervenção pedagógica aponta um impacto relevante no envolvimento, na responsabilidade e na motivação dos alunos para a aprendizagem, contribuindo, assim, para o desenvolvimento da autodireção. Contudo, são assinaladas dificuldades dos alunos na tomada de decisão e desafios que se colocam a este tipo de abordagem, que constituem um contributo significativo para a otimização da idealização e implementação futura de estratégias de aprendizagem direcionadas para a promoção da autodireção.

## **7. IMPLICAÇÕES**

Alguns resultados permitem apontar algumas implicações para a concretização dos processos educativos.

A falta de familiarização dos alunos com determinadas práticas pedagógicas como uma razão para a dificuldade na tomada de decisão implica que sejam equacionados espaços para uma abordagem mais aprofundada e com um cariz reflexivo mais acentuado que conduza ao desenvolvimento da capacidade de definição de objetivos de aprendizagem, da compreensão da natureza das tarefas de aprendizagem e da capacidade de estabelecer a relação entre os objetivos e as tarefas de aprendizagem.

A rejeição de uma atividade de aprendizagem por implicar a realização de desenhos, tarefa do desagrado de alguns alunos, mostra a necessidade de promover a compreensão do desenho como um modo de linguagem, útil na (re)construção do conhecimento, e que permite estabelecer a relação entre o visível e o não visível (Pujol & Márquez, 2011, p. 81).

O posicionamento de um aluno, aquando da tomada de decisão, assente numa atitude de cedência aponta a importância da promoção de práticas reflexivas sobre estilos de tomada de decisão - impulsivo, dependente, individualista e racional (v. Álvarez Pérez et al., 2016, pp. 140-141), assinalando potencialidades ou limitações e, conseqüentemente, as repercussões que poderão advir da opção por um ou outro. Pode-se ainda equacionar a possibilidade de implementar práticas orientadas para incrementar o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões (Swartz et al., 2015, Swartz, 2018).

O estudo realizado constitui um exemplo para outros professores que pretendam promover a autonomia dos alunos e é um caso passível de análise nos contextos da formação inicial e contínua de professores. Fornece um contributo significativo para a compreensão do processo de envolvimento dos alunos na construção de percursos de aprendizagem autodirigida, desocultando potencialidades e constrangimentos.

## **AGRADECIMENTOS**

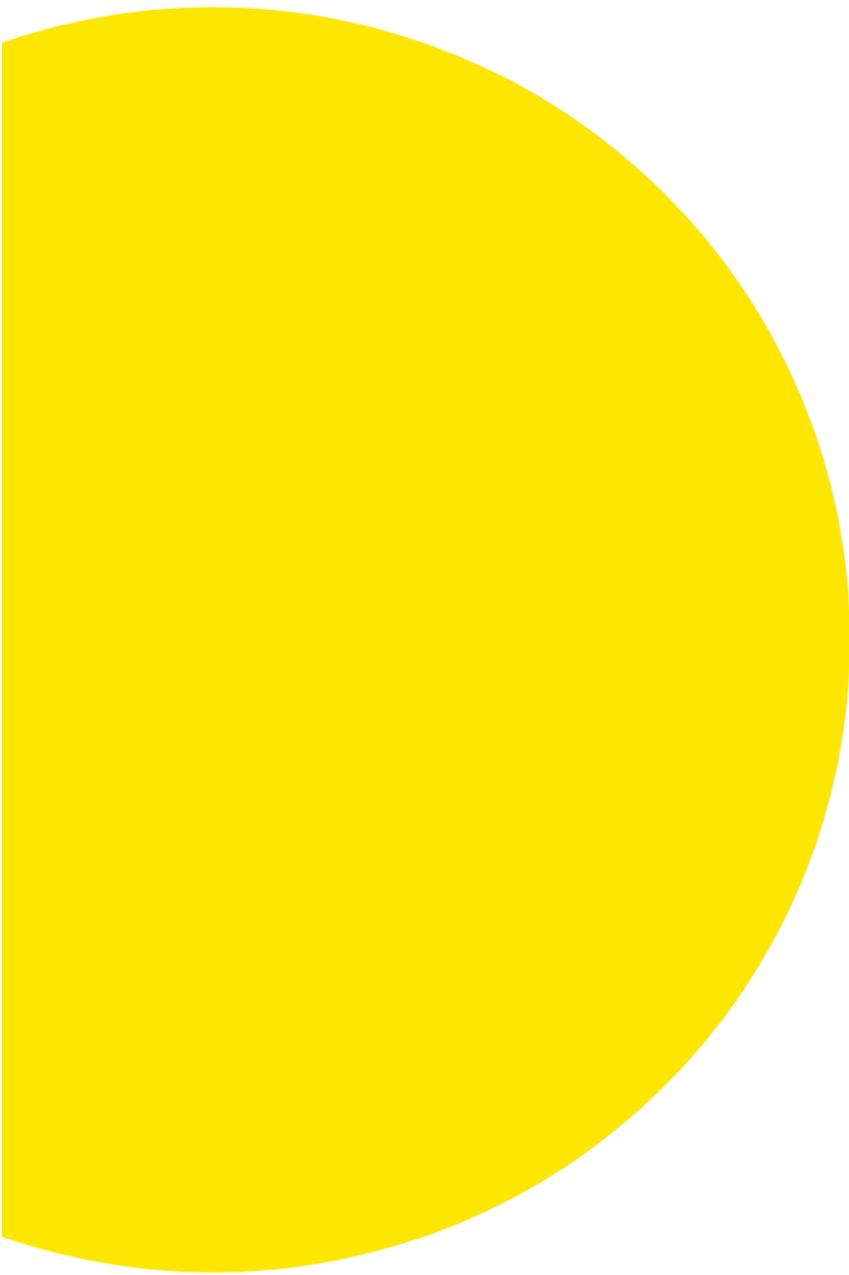
Este trabalho é financiado pelo CIEd - Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação, Universidade do Minho, projetos UIDB/01661/2020 e UIDP/01661/2020, através de fundos nacionais da FCT/MCTES-PT.

## REFERÊNCIAS

- Alonso, L., Roldão, M. C., & Vieira, F.. (2006). Construir a competência de aprender a aprender: percurso de um projecto CCAA. In A. Moreira et al. (Orgs.), *Actas do VII Colóquio sobre Questões Curriculares (III Colóquio Luso-Brasileiro) Globalização e (des)igualdades: os desafios curriculares* (pp. 3105-3118). Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Álvarez Pérez, P. et al. (2016). *Competencias genéricas en la enseñanza universitaria. De la tutoría formativa a la integración curricular*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Bailin, S. (2018). Argumentation as inquiry. In M. Battersby & S. Bailin (Auts.), *Inquiry: A new paradigm for critical thinking* (pp. 21-31). Ontario: Windsor Studies in Argumentation.
- Bardin, L. (2020). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Beer, J. (2016). Re-imagining science education in South Africa: The affordances of indigenous knowledge for self-directed learning in the school curriculum. *Journal of New Generation Sciences*, 14(3), 34-53.
- Boud, D. (2015). Moving towards autonomy. In D. Boud (Ed.), *Developing student autonomy in learning* (pp. 17-39). London: Routledge.
- Breen, M., & Littlejohn, A. (2000). The significance of negotiation. In M. Breen & A. Littlejohn (Eds.), *Classroom decision-making: negotiation and process syllabuses in practice* (pp. 1-38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Coelho da Silva, J. L., & Leite, L. (1997). Actividades laboratoriais em manuais escolares: proposta de critérios de análise. *Boletín das Ciencias, X Congreso de ENCIGA (Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia)*, Ano X, nº 32, 259-264.
- Coelho da Silva, J. L. (2000). Manuais escolares de Biologia-Geologia: Características e implicações na formação de professores. In M. H. Araújo e Sá (Org.), *Investigação em Didáctica e formação de professores* (pp. 33-54). Porto: Porto Editora.
- Coelho da Silva, J. L., Gonçalves, J., & Poças, M. E. (2012). Metacognição e Mudança Conceptual. Uma articulação promotora da aprendizagem da Biologia. In L. Garcia et al. (Eds.), *Memorias das X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología: entretejiendo los hilos de la enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora* (pp. 545-550). Córdoba: Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de La Argentina, CD-ROM.
- Correia, J. (2016). *Planificar a aprendizagem: A construção de uma aprendizagem autodirigida na temática Magmatismo, Rochas Magmáticas*. Relatório de Mestrado (não publicado). Braga: Universidade do Minho.
- Coutinho, C. (2013). *Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas. Teoria e prática*. Coimbra: Edições Almedina.
- Dickinson, L. (1996). *Self-instruction in language learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gibbons, M. (2002). *The self-directed learning handbook. Challenging adolescent students to excel*. San Francisco: Jossey-Bas.
- Gil de La Serna, M., & Escaño, J. (2010). Motivación y esfuerzo en la educación secundaria. In C. Coll (Coord.), *Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la educación secundaria* (pp. 131-153). Barcelona: Editorial Graó.
- González, S., & Escudero, C. (2007). En busca de la autonomía a través de las actividades de cognición y de metacognición en Ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 310-330.
- Harvey, W. (1999, Edição original: 1628). Estudo anatómico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais. In *Cadernos de Tradução, nº 5*. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP).
- Jiménez Raya, M., Lamb, T., & Vieira, F. (2007). *Pedagogia Para a Autonomia na Educação em Línguas na Europa: para um quadro de referência do desenvolvimento do aluno e do professor*. Dublin: Authentik (tradução portuguesa em CD Rom anexo ao livro, editado em Inglês).
- Kincheloe, J. (2006). *Construtivismo crítico*. Mangualde, Portugal: Edições Pedago.

- Lopes, J. P., & Silva, H. S. (2019). *Pensamento crítico e criativo. 100 fichas para trabalhar na sala de aula*. Lisboa: PACTOR.
- Malan, S., Ndlovu, M., & Engelbrecht, P. (2014). Introducing problem-based learning (PBL) into a foundation programme to develop self-directed learning skills. *South African Journal of Education*, 34(1), 1-16.
- Manun, M. A., Lawrie, G., & Wright, T. (2020). Instructional design of scaffolded online learning modules for self-directed and inquiry-based learning environments. *Computers & Education*, 144, 1-17.
- Martín, E., & Moreno, A. (2009). *Competencia para aprender a aprender*. Madrid: Alianza Editorial.
- Murdoch, K., & Wilson, J. (2008). *Helping your pupils to work cooperatively*. London: Routledge.
- Puig, J., & Martín, X. (2007). *Competencia en autonomía y iniciativa personal*. Madrid: Alianza Editorial.
- Pujol, R., & Márquez, C. (2011). Las concepciones y los modelos de los estudiantes sobre el mundo natural y su función en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. In P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y la geología* (pp. 71-89). Barcelona: Editorial Graó.
- Ramnarain, U. (2020). Exploring the autonomy of south african school science students when doing investigative inquiries for a science fair. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(12), 1-9.
- Ribeiro, G. (2016). *História da Ciência e aprendizagem significativa. Um estudo de caso no ensino da Anatomia Humana*. Tese de doutoramento (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Ribeiro, G., & Coelho da Silva, J. L. (2019). Replicação de uma experiência histórica Anatomia Humana: o papel da experiência de William Harvey a favor do movimento circulatório do sangue. *História da Ciência e Ensino. Construindo Interfaces*, 20, 725-737. DOI: [10.23925/2178-2911.2019v20espp725-737](https://doi.org/10.23925/2178-2911.2019v20espp725-737)
- Salinas, J., & De-Benito, B. (2020). Construction of personalized learning pathways through mixed methods. *Comunicar*, 65(XXVII), 31-41.
- Santos, M. E. (2005). *Que educação? Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* Lisboa: Santos Edu.
- Santos, M. E. (2014). *Que escola? Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* Alcochete, Portugal: Alfarroba.
- Shi, W., & Han, L. (2019). Promoting learner autonomy through cooperative learning. *English Language Teaching*, 12(8), 30-36.
- Swartz, R. (2018). *Pensar para aprender. Cómo transformar el aprendizaje en el aula con el TBL*. Espanha: Ediciones SM.
- Swartz, R. et al. (2015). *El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. UE: Ediciones SM.
- Teixeira, A. C. (2011). *Negociação e autodireção numa pedagogia re(ide)alista: uma experiência na disciplina de Inglês*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Teixeira, A. C. (2014). Negociação e autodireção numa pedagogia re(ide)alista. In F. Vieira (Org.), *Quando os professores investigam a pedagogia. Em busca de uma educação mais democrática* (pp. 145-183). Ramada, Portugal. Edições Pedagogo.
- Torrego Seijo, J. C., & Negro Moncayo, A. (Coords.). (2012). *Aprendizaje cooperativo en las aulas. Fundamentos y recursos para su implantación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Van Uum, M., Verhoeff, R., & Peeters, M. (2017). Inquiry-based science education: scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. *International Journal of Science Education*, 39(18), 2461-2481.
- Vieira, F. (1998). Autonomia na aprendizagem da língua estrangeira. Uma intervenção pedagógica em contexto escolar. Braga: Universidade do Minho, Centro de Estudos em Educação e Psicologia.
- Vieira, F. (2010). Formação reflexiva de professores e pedagogia para a autonomia: para a construção de um quadro ético e conceptual da supervisão pedagógica. In F. Vieira et al. (Auts.), *No caleidoscópio da supervisão: imagens da formação e da pedagogia* (pp 15-45). Mangualde (Portugal): Edições Pedagogo.

- Vieira, F. (2014a). Para uma formação profissional emancipatória: pressupostos e linhas de ação. In F. Vieira (Org.), *Re-conhecendo e transformando a pedagogia: histórias de supervisão* (pp. 13-47). Santo Tirso, Portugal: De Facto Editores.
- Vieira, F. (2014b). Pedagogia, formação e investigação. In F. Vieira (Org.), *Quando os professores investigam a pedagogia. Em busca de uma educação mais democrática* (pp. 11-57). Ramada, Portugal: Edições Pedagogo.



**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.

## TABULEIRO DECIMAL E A RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES PROBLEMÁTICAS ENVOLVENDO AS OPERAÇÕES ARITMÉTICAS ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO

DECIMAL BOARD AND THE RESOLUTION OF PROBLEMATIC SITUATIONS INVOLVING THE ARITHMETIC OPERATIONS  
OF ADDITION AND SUBTRACTION

TABLERO DECIMAL Y RESOLUCIÓN DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS QUE INVOLUCRAN OPERACIONES  
ARITMÉTICAS DE SUMA Y RESTA

**Rita Neves Rodrigues<sup>1</sup>, Virgílio Rato<sup>1</sup> & Fernando Martins<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, NIEFI, Portugal

<sup>2</sup>Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Portugal  
ritanevesrodrigues@hotmail.com

**RESUMO** | As dificuldades sentidas pelos alunos na disciplina de matemática prendem-se com lacunas desenvolvidas nos anos iniciais, nomeadamente, relacionadas com os princípios do sistema de numeração decimal. Aquando do ensino dos algoritmos da adição e da subtração, estas dificuldades tornam-se bem evidentes e comprometem o desenvolvimento das aprendizagens dos alunos. A resolução de situações problemáticas envolvendo os sentidos das operações adição e subtração, não só, pressupõe a compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal, mas também, a compreensão de cada um destes sentidos. Compete ao professor utilizar estratégias e materiais que promovam a compreensão dos alunos acerca de cada um destes conteúdos, garantindo aprendizagens com significado. A prática educativa apresentada neste estudo teve como objetivo a promoção destas mesmas aprendizagens. Deste modo, desenvolveram-se um conjunto de sessões onde os alunos, em pares, resolveram situações problemáticas envolvendo os sentidos das operações aritméticas adição e subtração, com recurso a materiais manipuláveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Materiais manipuláveis, Resolução de situações problemáticas, Adição, Subtração, 1.º Ciclo do Ensino Básico.

**ABSTRACT** | The difficulties experienced by students in Maths are related to gaps developed in the early years, particularly related to the principles of decimal number system. When teaching the addition and subtraction algorithms, these difficulties become very evident and compromise the development of pupils' learning. The resolution of problematic situations involving the meanings of the addition and subtraction operations not only presupposes the understanding of the principles of decimal number system, but also the understanding of each of these meanings. It's up to the teacher to use strategies and materials that promote students' understanding of each of these contents, ensuring meaningful learning. The educational practice presented in this study aimed at promoting these learnings. In this sense, a set of sessions was developed where pupils, in pairs, solved problematic situations involving the senses of arithmetic operations addition and subtraction, using manipulative materials.

**KEYWORDS:** Manipulative materials, Resolution of problematic situations, Addition, Subtraction, Primary school.

**RESUMEN** | Las dificultades que experimentan los estudiantes en matemáticas están relacionadas con las brechas desarrolladas en los primeros años, en particular, relacionadas con los principios del sistema de numeración decimal. Al enseñar los algoritmos, estas dificultades se hacen muy evidentes y comprometen el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes. La resolución de situaciones problemáticas que involucran los significados de las operaciones no solo presupone la comprensión de los principios del sistema de numeración decimal, sino también, la comprensión de cada uno de estos significados. Es responsabilidad del docente utilizar estrategias y materiales que promuevan la comprensión de cada uno de estos contenidos en los estudiantes, asegurando un aprendizaje significativo. La práctica educativa presentada en este estudio tuvo como objetivo promover estos mismos aprendizajes. De esta manera, se desarrolló un conjunto de sesiones donde los estudiantes, en parejas, resolvieron situaciones problemáticas que involucran los sentidos de operaciones aritméticas, utilizando materiales manipulativos.

**PALABRAS CLAVE:** Materiales manipulativos, Resolución de situaciones problemáticas, Suma, Resta, Educación primaria.

## 1. INTRODUÇÃO

A disciplina de matemática continua, nos dias de hoje, a ser apontada como aquela que mais dificuldades causa aos alunos, sendo grande parte das vezes alvo de rejeição por parte dos destes, logo nos anos iniciais do ensino (Damasceno & Rabelo, 2019). Dias et al. (2017) referem que grande parte das dificuldades sentidas pelos alunos estão intimamente ligadas, de entre vários aspetos, com a falta de noção do sentido de número. Aquando da aprendizagem dos algoritmos, estas dificuldades vão “obrigar” professores e alunos a utilizar mnemónicas para tentar colmatar a ausência de compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal (Faria & Maltempi, 2020; Flôres et al., 2020). Grande parte dos erros verificados nas resoluções de situações problemáticas elaboradas pelos alunos, prendem-se com a falta de compreensão dos sentidos das operações e dos princípios do sistema de numeração decimal (Rodrigues, et al., 2020). Considera-se então fundamental que, no primeiro ano de contacto com a matemática em contexto formal, sejam implementadas práticas educativas que promovam nos alunos a compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal.

A escola cada vez mais deve tentar proporcionar aos alunos experiências e atividades que promovam o desenvolvimento de competências essenciais para a vida futura em sociedade (Loureiro, 2014). A manipulação de materiais manipuláveis por parte dos alunos permite que estes desenvolvam a sua autonomia, a capacidade de colaboração, quando a trabalhar em pares, e, naturalmente, a sua compreensão acerca dos conteúdos abordados (Montenegro, 2019). A utilização destes materiais vai permitir a concretização dos princípios mais abstratos da matemática (Aires & Almeida, 2019). Estes princípios mais abstratos são aqueles que mais dúvidas suscitam nos alunos em idades menores, uma vez que estes se encontram no estágio das operações concretas, necessitando primeiro de manipular objetos para depois serem capazes de compreender os conceitos abstratos (Piaget, 1971, citado por Cavalgante et al., 2020).

O conhecimento do professor acerca, não só dos conteúdos a abordar, mas também, dos materiais manipuláveis existentes, torna-se determinante para um ensino e uma aprendizagem bem sucedidos (Viana & Manrique, 2020). Para que a utilização de materiais manipuláveis seja otimizada é necessário que o professor tenha em consideração as finalidades de cada material e o contexto onde este vai ser utilizado (Botas e Moreira, 2013). A prática educativa com o recurso a estes materiais, de forma adequada, vai permitir que os alunos criem os seus próprios procedimentos, percecionando os objetos de um modo concreto, tornam-se depois capazes de compreender os conceitos abstratos e proceder ao registo simbólico dos conteúdos (Ponte & Serrazina, 2000).

O estudo aqui apresentado foi realizado em contexto formal, numa turma do 1.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB), constituída por 25 alunos, pertencente a uma escola no centro de Coimbra (Rodrigues, 2021). No decorrer deste estudo abordaram-se os princípios do sistema de numeração decimal através da resolução de situações problemáticas envolvendo os sentidos das operações adição e subtração. Para a realização deste estudo foi também desenvolvido um material manipulável inovador: o Tabuleiro Decimal. Deste modo surgiu a questão “De que forma se pode utilizar o material manipulável Tabuleiro Decimal tendo em vista a compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal e os sentidos das operações aritméticas adição e subtração?”.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Os benefícios da utilização de materiais manipuláveis no ensino são referidos na literatura por diversos autores (Aires & Almeida, 2019; Liggett, 2017; Lopes & Leivas, 2017; Soares & Catarino, 2018), no entanto, esta utilização pressupõe um conjunto de elementos que é necessário ter em conta. Na prática aqui apresentada procurou-se integrar a utilização de um material manipulativo concreto no ensino dos princípios do sistema de numeração decimal e dos sentidos das operações aritméticas adição e subtração. Deste modo, o professor apresentou-se como um mediador no processo de aprendizagem dos alunos (Montenegro, 2019), que trabalharam em pares, construindo o seu conhecimento através da cooperação e da manipulação do Tabuleiro Decimal.

### 2.1 Operações aritméticas adição e subtração

Os sentidos das operações adição e subtração configuram diferentes definições consoante a perspetiva dos diversos autores que abordam o tema (Carpenter & Moser, 1984; Fuson, 1992; Kilpatrick et al., 2001; Ponte & Serrazina, 2000; Verschaffel & De Corte, 1996).

De acordo com os conteúdos definidos no Programa de Matemática do Ensino Básico (MEC, 2013), no domínio de “Números e Operações” e nos subdomínios “Adição” e “Subtração”, para o 1.º ano do 1.ºCEB, por sentidos da adição compreende-se “juntar” e “acrescentar” enquanto que para os sentidos da subtração considera-se “retirar”, “comparar” e “completar”. No documento que determina os objetivos que o aluno deve atingir no final de cada ano, as Metas Curriculares do Ensino Básico – Matemática (MEC, 2013), consta que o aluno deve ser capaz de resolver problemas de um passo envolvendo cada um dos sentidos, da adição e da subtração.

Deste modo, as definições de Ponte e Serrazina (2000) são aquelas que mais se aproximam das definições apresentadas nos documentos que norteiam a educação matemática em Portugal. Para estes autores, aquando da realização de uma adição é necessário que se “combine” ou “mude juntando” duas ou mais quantidades. Já para que se realize uma subtração é necessário “mudar tirando”, “comparar” e “tornar igual”. Por “combinar” entenda-se, a transformação de duas quantidades numa só, através da adição. Considera-se “mudar juntando” quando uma quantidade inicial é aumentada por se acrescentar outra. O sentido de “mudar tirando” aplica-se quando é necessário retirar uma quantidade a outra. O sentido de “comparar” está presente quando se torna necessário comparar duas quantidades. Por último, para se “tornar igual” é necessário que se determine a quantidade que se deve juntar a outra para se obter o valor pretendido.

Os sentidos das operações aritméticas são, naturalmente, abordados junto dos alunos através da apresentação de situações problemáticas. Para que os alunos sejam bem sucedidos na resolução deste tipo de tarefas, é fundamental que os mesmos compreendam os sentidos das operações e, deste modo, reconheçam de forma consciente, o sentido presente naquela situação (Ribeiro et al., 2021). A apresentação de situações problemáticas envolvendo os diferentes sentidos das operações aritméticas, em contextos familiares aos alunos, onde estes sejam capazes de lhes atribuir significado, torna-se essencial para desenvolver a sua compreensão acerca dos sentidos da adição e da subtração (Vieira, 2016).

Alguns autores (Delgado, 2013; Ferreira, 2012; Martins, 2011; Vieira, 2016) concluem que as principais dificuldades sentidas pelos alunos aquando da resolução de situações problemáticas

prendem-se com a interpretação dos enunciados, a escolha das estratégias de resolução, a explicação dos seus raciocínios e a interpretação dos resultados encontrados. Assim, a resolução deste tipo de tarefas a pares visa promover a comunicação e a partilha de ideias entre os alunos, levando-os a refletir sobre as suas resoluções e a evoluir a sua compreensão acerca dos conteúdos abordados (Reis & Barata, 2016). O ensino através de práticas colaborativas valoriza a autonomia e as relações entre os alunos, permitindo uma aprendizagem ativa e efetiva, desenvolvendo diversas competências e habilidades (Costa et al., 2020; Rocha & Farias, 2020).

A opção de serem utilizados materiais manipuláveis nesta prática é fundamentada também na literatura pesquisada que aponta para esta estratégia como a que produz melhores resultados, aquando da resolução de situações problemáticas envolvendo os sentidos da adição e da subtração (Kim & Albert, 2014).

## **2.2 Princípios do sistema de numeração decimal**

Por sistema de numeração entende-se um qualquer sistema de representação de números, de acordo com regras previamente definidas (Rodrigues & Diniz, 2015). A existência de diversos povos levou ao desenvolvimento de diferentes sistemas de numeração, embora com características comuns. O egípcio, o romano, o chinês, o maia e o hindu-arábico ou Indo-Árabe, são alguns dos sistemas de numeração criados, embora atualmente, é este último o mais utilizado por todo o mundo (Marcelino, 2015). A existência de um símbolo para a ausência de quantidade (zero), os diferentes símbolos, a base e até mesmo o facto de serem ou não posicionais, são algumas das características que distinguem os diferentes sistemas de numeração. O sistema de numeração decimal caracteriza-se assim por ser um sistema posicional, ter um símbolo para a ausência de quantidade (zero), ser de base 10 e utilizar os símbolos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 para representar as quantidades (Rosa et al., 2014).

As crianças contactam pela primeira vez com o sistema de numeração decimal muito antes da sua entrada para o 1.º CEB (Rosas & Selva, 2010). Desde muito cedo que as crianças são incentivadas a repetir sequências numéricas, decorando-as sem qualquer compreensão do sentido do número. Como refere Biondo (2017), a utilização de processos mecanizados e o recurso quase que exclusivo aos manuais escolares, leva a uma aprendizagem inflexível que não produz compreensão quando apresentada noutros contextos. Esta ausência de compreensão, ainda que numa fase inicial, vai comprometer uma correta aprendizagem dos princípios do sistema de numeração decimal, resultando, mais tarde, no uso de mnemónicas (Faria & Maltempi, 2020).

A ausência de compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal vai se tornar prejudicial ao longo da aprendizagem da matemática, sendo notória esta lacuna logo na resolução de operações aritméticas, no 1.º ano do 1.º CEB (Gabriel & Utsumo, 2020). Os princípios do sistema de numeração decimal, por serem um conteúdo abstrato da matemática, devem ser abordados junto dos alunos do modo mais concreto possível (Moura & Oliveira, 2020). A utilização de materiais manipuláveis, aquando da aprendizagem destes princípios, irá permitir aos alunos visualizar e manipular os objetos, compreendendo os processos por detrás de cada princípio abstrato (Clements & Samara, 2009; Santos & Sobrinho, 2016). Deste modo, as dificuldades sentidas pelos alunos acerca dos princípios do sistema de numeração decimal devem ser colmatas através de tarefas e de materiais manipuláveis que concretizem estes princípios (Silva, 2020).

O estudo aqui apresentado, como foi referido anteriormente, decorreu numa turma do 1.º ano do 1.º CEB de uma escola no centro de Coimbra. Esta escola não era dotada de materiais manipuláveis suficientes para todos os alunos, nem era viável pedir a cada aluno para adquirir o seu próprio material. No que diz respeito ao método de trabalho utilizado pela turma, este era quase exclusivamente individual, não tendo sido presenciados momentos de trabalho em grupo ou a pares aquando da prática educativa. Deste modo, tornou-se indispensável a construção de um material passível de ser utilizado pelos alunos. Construíram-se doze Tabuleiros Decimais, sendo que a cada um deste correspondiam dois sacos com cubinhos azuis e vermelhos (que representavam as unidades) e barras azuis e vermelhas (que representavam as dezenas). As peças azuis foram criadas tendo em vista a sua utilização na operação adição e na parcela do aditivo da operação subtração, já as peças vermelhas foram pensadas para a utilização na parcela do subtrativo da operação subtração.

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

Este estudo surgiu da necessidade de colmatar algumas dificuldades da turma, referentes aos sentidos das operações adição e subtração e aos princípios do sistema de numeração decimal. Para este fim, foram criados doze Tabuleiros Decimais com as respetivas peças (Figura 1), de modo a serem utilizados pelo grupo de 25 alunos, divididos em 11 pares e 1 trio. De seguida, foram delineadas sessões abordando os conteúdos referidos anteriormente, através de folhas de exploração contendo situações problemáticas. Cada situação problemática apresentada foi pensada para ser realizada a pares, sendo que era esperado que os alunos dialogassem entre si e partilhassem as suas ideias com os pares.



Figura 1 Tabuleiro Decimal e respetivas peças.

A prática educativa aqui apresentada desenvolveu-se em seis sessões: a de exploração, a do sentido de juntar da adição, a do sentido de acrescentar da adição, a do sentido de comparar da subtração, a do sentido de completar da subtração e a do sentido de retirar da subtração.

A primeira sessão, a sessão de exploração, teve como objetivo a exploração do Tabuleiro Decimal por parte dos alunos. Assim, foram distribuídos os Tabuleiros Decimais e as respetivas peças pelos grupos previamente formados, bem como, folhas de exploração. Em todas as folhas de exploração utilizadas em cada uma das sessões, constam desenhos do Tabuleiro Decimal (Figura 2), para que os alunos consigam elaborar, mais facilmente, as representações das suas resoluções.

Dezenas	Unidades

**Figura 2** Desenho do Tabuleiro Decimal apresentado nas folhas de exploração.

Deste modo, cada grupo de alunos representou, no Tabuleiro Decimal, os números indicados na folha de exploração e resolveu as operações aritméticas apresentadas (Figura 3). Posteriormente cada aluno elaborou na sua folha de exploração, uma representação do que tinha feito no Tabuleiro Decimal.

1.	Representa os seguintes números no Tabuleiro Decimal.			
a)	4	b)10	c)35	d)56
2.	Representa as seguintes adições no Tabuleiro Decimal.			
a)	3+6	b) 12+5	c)34+7	d)46+8
3.	Representa as seguintes subtrações no Tabuleiro Decimal.			
a)	9-4	b) 17-5	c)24-5	d)35-7

**Figura 3** Tarefas da sessão de exploração.

Esta primeira sessão tornou-se fundamental para que os alunos pudessem explorar o material manipulável livremente, resolver as tarefas propostas e, assim, reconhecer que cada cubinho correspondia a uma unidade e que cada barra correspondia a uma dezena. Foi também ao longo deste sessão que os compreenderam como podiam elaborar as suas representações na folha de exploração.

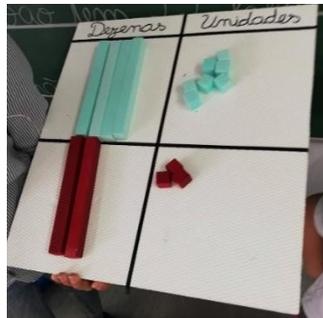
As restantes cinco sessões decorreram de um modo muito semelhante entre si. Em cada sessão os alunos agrupavam-se pelos pares predefinidos e eram distribuídos os Tabuleiros Decimais e as peças a cada grupo. Depois de distribuídas as folhas de exploração referentes a cada sessão, os alunos dispunham, para resolverem as tarefas, de um lápis de carvão, uma borracha, um lápis de cor vermelha e um azul (para representar as peças da respetiva cor) e uma folha de rascunho. Cada folha de exploração continha duas situações problemáticas envolvendo o sentido a abordar nessa sessão. Depois de lidos os enunciados, cada grupo discutia as suas ideias e propostas de resolução, colocando-as em prática com auxílio do Tabuleiro Decimal e das respetivas peças (Figura 4).



**Figura 4** Resoluções efetuadas pelos grupos de trabalho no Tabuleiro Decimal.

Depois de elaboradas as propostas de resolução nos Tabuleiros Decimais, cada aluno representava estes passos na folha de rascunho, elaborando, não só, a representação do resultado final da situação problemática, mas também, todos os passos realizados até chegar a esse resultado.

Quando todos os grupos de trabalho terminavam as suas resoluções, um dos grupos era selecionado, pela professora estagiária (PE), para se dirigir para a frente da turma, junto ao quadro de giz (Figura 5), e explicar o seu raciocínio e as suas resoluções aos restantes grupos. Neste momento era criada uma discussão em grande grupo onde todos os alunos tinham a oportunidade de fazer questões e partilhar os seus conhecimentos com os colegas.



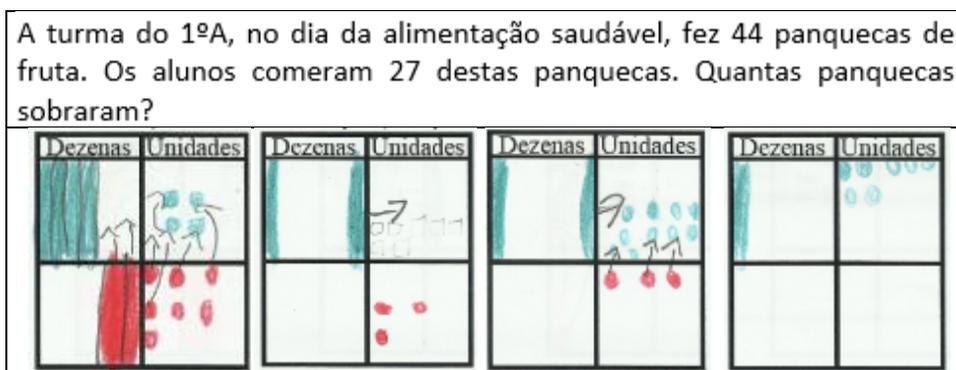
**Figura 5** Apresentação da proposta de resolução por um grupo de alunos (com auxílio da PE).

Quando o grupo que estava a apresentar regressava ao seu lugar, todos os grupos discutiam as resoluções efetuadas entre si, elaborando posteriormente as suas representações nas folhas de exploração. Nas Figuras 6 e 7 são apresentados dois exemplos de tarefas resolvidas pelos alunos nas folhas de exploração.

Na festa de aniversário da Francisca estavam 34 crianças. Passado um bocado chegaram 28 crianças. Quantas crianças foram ao todo à festa de aniversário da Francisca?

Dezenas	Unidades	Dezenas	Unidades	Dezenas	Unidades	Dezenas	Unidades
3	4	3	4	3	4	3	4

**Figura 6** Resolução de uma tarefa com sentido de acrescentar da adição efetuada pelos grupos de trabalho nas folhas de exploração.



**Figura 7** Resolução de uma tarefa com sentido de retirar da subtração efetuada pelos grupos de trabalho nas folhas de exploração.

Para terminar, cada grupo elaborava uma resposta para a situação problemática.

Terminada a resolução da primeira tarefa, cada grupo arrumava as peças nos respetivos sacos, organizava a sua mesa de trabalho e iniciava a resolução da segunda tarefa. Esta decorria de um modo semelhante à primeira e terminava com a apresentação da sua resolução no quadro de giz, por outro grupo de alunos.

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

O ato de refletir sobre a prática implementada constitui-se como a melhor forma de avaliar, evoluir e progredir o desempenho do professor (Santos et al., 2020). A reflexão sobre a prática permite detetar as pequenas falhas ou os pontos menos positivos de uma intervenção, encontrando estratégias para colmatar estas dificuldades (Helpa & Paula, 2013). Posteriormente a cada sessão deste estudo, foi feita uma reflexão, muitas das vezes com contributos da professora cooperante, onde foram detetados os pontos menos positivos e, conseqüentemente, delineadas estratégias para superar estes aspetos e aprimorar a prática (Mesquita & Roldão, 2019). A apresentação das folhas de exploração, as indicações dadas aos alunos ou, até mesmo, a disposição dos grupos na sala de aula, foram aspetos que sofreram ligeiras alterações em consequência das reflexões elaboradas e tendo em vista o desenvolvimento de aprendizagens ativas por parte dos alunos (Nicola & Paniz, 2016).

Ao longo deste estudo ocorreram três grandes momentos onde os alunos foram avaliados: numa fase anterior à intervenção, durante a intervenção e após a intervenção. Entre a sessão de exploração e a sessão de intervenção com o sentido de juntar da adição ocorreu uma sessão destinada à resolução individual de cinco tarefas, com cada um dos sentidos das operações adição e subtração, com o objetivo de verificar e avaliar os conhecimentos dos alunos acerca de cada um dos sentidos e dos princípios do sistema de numeração decimal. Posteriormente à sessão de intervenção do sentido de retirar da subtração, os alunos voltaram a resolver cinco tarefas, envolvendo os sentidos das operações adição e subtração, de modo a verificar a influência desta prática no seu conhecimento acerca destes sentidos das operações aritméticas e dos princípios do sistema de numeração decimal. Durante toda a intervenção, o desempenho dos alunos foi verificado através da recolha e análise dos documentos redigidos pelos alunos, foram também produzidas notas de campo, onde se registaram acontecimentos significativos de cada sessão, e, ainda, construídas Narrações Multimodais (NM) (Lopes et al., 2018). Assim, através deste estudo foi construído um conjunto de cinco NM onde são descritas, de um modo cronológico e

multimodal, as cinco sessões da Fase de Intervenção do estudo (c.f. Apêndices 17 a 21 em Rodrigues, 2021, pp. 192-257).

Através das folhas de exploração preenchidas pelos alunos numa fase anterior à prática educativa implementada, foram detetadas inúmeras dificuldades referentes aos sentidos das operações aritméticas adição e subtração e aos princípios do sistema de numeração decimal. Grande parte das situações problemáticas apresentadas nesta folha não foram resolvidas pelos alunos, sendo que a maior parte destes, optou por deixar os enunciados em branco. As resoluções que foram possíveis analisaram evidenciavam que, a maior parte dos alunos, não só, não reconhecia os sentidos presentes nas situações problemáticas, como, muitas vezes, optava por recorrer à operação aritmética contrária à correta. No que concerne aos princípios do sistema de numeração decimal, nenhum aluno evidenciou ter compreensão acerca da necessidade de compor unidades numa unidade de ordem superior ou decompor uma unidade em unidades de ordem superior, impossibilitando-os de terminar as suas resoluções corretamente.

As NM construídas (c.f., Rodrigues, 2021, pp. 192-257) permitiram analisar, de um modo mais detalhado, a prática implementada e as propostas de resolução de cada grupo de trabalho. Com os dados recolhidos e organizados em cada NM, tornou-se possível analisar os diálogos que os alunos tinham entre si, percebendo as suas conceções e as suas propostas para cada tarefa. Ao longo das sessões implementadas é notória a evolução dos alunos, tanto ao nível dos seus conhecimentos e das propostas que apresentavam como ao nível das suas interações com os colegas. Através dos diálogos, presentes nas NM elaboradas, é possível analisar a compreensão dos alunos acerca dos conteúdos matemáticos abordados ao longo deste estudo, tal como, a necessidade de decompor uma unidade de ordem superior:

**PE:** ...Nós ainda temos cubinhos azuis, onde é que eles estão?... Aluno B!

**Aluno B:** Estão nas barrinhas!

**PE:** Estão nas barrinhas! Estão agrupados numa barra! O que é que nós temos de fazer?

**Aluno B:** Temos de transformar uma barra em cubinhos!

**PE:** ...Esta barra fica dividida em quantos cubinhos?

**Todos os alunos:** Dez! (c.f., Rodrigues, 2021, p. 249).

Verifica-se também nas NM elaboradas, que, através da prática implementada os alunos desenvolveram as suas competências de cooperação, de entreajuda e até de argumentação:

**Aluno N:** Eu não estava a perceber, porque ele estava a tirar (referindo-se a retirar as peças para resolver a subtração) e depois eu não estava a perceber, estava a perguntar... eu estava a meter de novo (as peças que representam o valor do subtrativo) ..., mas depois ele explicou-me e eu consegui fazer! (c.f., Rodrigues, 2021, p. 225).

Todos os alunos, de um modo geral, efetuaram resoluções corretas, nas folhas de exploração entregues após a implementação da prática educativa. A escolha correta das operações a utilizar em cada situação problemática e a ausência de incorreções nas resoluções efetuadas, evidenciam que a prática implementada contribuiu positivamente para a compreensão dos alunos acerca dos sentidos das operações aritméticas adição e subtração e dos princípios do sistema de numeração decimal.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Com a apresentação deste estudo é possível afirmar que o recurso a materiais manipuláveis e a resolução de situações problemáticas a pares no contexto de sala de aula promove nos alunos a compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal e dos sentidos das operações aritméticas adição e subtração.

A utilização de materiais manipuláveis em sala de aula permite o desenvolvimento de aprendizagens ativas por parte dos alunos (Viseu & Menezes, 2014), no entanto, para que esta aprendizagem seja bem sucedida é necessário que o professor tenha conhecimento acerca do material que pretende utilizar, das suas funções e finalidades (Loureiro, 2014). A prática educativa implementada com recurso a materiais manipuláveis, permitiu a concretização dos princípios do sistema de numeração decimal, contribuindo para a evolução da compreensão dos alunos acerca deste conteúdo.

A resolução de situações problemáticas com os diferentes sentidos das operações em contextos familiares aos alunos, permitiu que estes adquirissem com compreensão o significado de cada um dos sentidos (Pratas et al., 2016; Ribeiro et al., 2021). A resolução de tarefas a pares desenvolve nos alunos um conjunto de competências essenciais para a sua vida futura (Oliveira & Courela, 2013). Com o desenvolvimento deste estudo tornou-se evidente a evolução dos alunos ao nível da cooperação, da comunicação e da partilha de ideias com os colegas. Os alunos, ao trabalharem a pares, compreendem a necessidade de explicar as suas ideias, de expor os seus raciocínios, de pensar e questionar as ideias dos colegas (Hortênsio, 2020). No decorrer deste estudo, por diversas vezes, verificou-se que, os alunos só se inteiravam acerca dos seus lapsos ou incorreções, quando explicavam as suas ideias aos restantes colegas e eram questionados por eles.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Telecomunicações que financiou parcialmente este trabalho pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/50008/2020. Este trabalho foi realizado no NIEFI - PEAPEA do IPC - ESEC, Bolsa BIC, IPC-ESE/NIEFI/PEAPEA-Grant 1-2020.

## REFERÊNCIAS

- Aires, A., & Almeida, F. (2019). Materiais didáticos na educação pré-escolar: tarefas para trabalhar a matemática. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, E. M. Silva, G. Santos, R. Patrício, & L. Castanheira (Eds.), *Atas do IV INCTE* (pp. 336-347). Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Biondo, A. (2017). *O Ensino da Matemática no Primeiro Ciclo do Ensino Básico: A apropriação do Sistema de Numeração Decimal – Estudo de Caso* (Relatório Final do Mestrado em Ciências da Educação, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto). <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/107257>
- Botas, D., & Moreira, D. (2013). Recurso de apoio ao processo de ensino e aprendizagem da matemática. *Revista Portuguesa de Educação*, 26(1), 253-286.
- Carpenter, T. P., & Moser, J. M. (1984). The acquisition of addition and subtraction concepts in grades one through three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(3), 179-202.

- Cavalgante, M., Lúcio, I., Vieira, A., Bittencourt, I., Vieira, D., Barbosa, L., Caldas M., & Davino, C. (2020). Estimulação cognitiva e aprendizagem infantil: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 41981-41990.
- Clements, D. H., & Samara, J. (2009). *Learning and Teaching Early Math*. Nova Iorque: Routledge
- Costa, S. L., Duque, I., & Martins, F. (2020). Reciclagem e literacia estatística: uma prática interdisciplinar. *APeDuC Revista*, 1(1), 129-141.
- Damasceno, L., & Rabelo, J. (2019). Matemática: nos dias atuais ainda existe um nível alto de rejeição?. In E. Costa, A. Fernandes, E. Soares, M. Carvalho, & G. Souza (Orgs), *Atas do XIII SESEMAT* (pp. 313-323). Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Delgado, C. (2013). *As práticas do professor e o desenvolvimento do sentido de número: Um estudo no 1.º ciclo* (Tese de Doutoramento em Educação: Especialidade em Didática da Matemática, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa). <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/10559>
- Dias, S., Santiago, A., & Martins, F. (2017). Ensino do algoritmo “usual” da subtração: uma proposta didática sem mnemónicas. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, G. Santos, M. Cardoso, J. Sousa, E. Silva, & C. Teixeira (Eds.), *Atas do II INCTE* (pp. 294-302). Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Faria, R., & Maltempi, M. (2020). Raciocínio proporcional na matemática escolar. *Revista Educação em Questão*, 58(57), 1-18.
- Ferreira, E. (2012). O desenvolvimento do sentido de número no âmbito da resolução de problemas de adição e subtração no 2.º ano de escolaridade (Tese de Doutoramento em Educação: Especialidade em Didática da Matemática, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa). <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/5996>
- Flôres, M., Fonseca, J., & Bisognin, E. (2020). Processos do pensamento matemático avançado revelados nas resoluções de tarefas envolvendo números racionais. *Ensino da Matemática em Debate*, 7(1), 172-190.
- Fuson, K. (1992). Research on whole number addition and subtraction. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 243-275). New York: Macmillan.
- Gabriel, E., & Utsumi, M. (2020). Dificuldades na solução de problemas de estruturas aditivas. In M. Utsumi (Org.), *Pesquisas em psicologia da educação matemática: avanços e atualidades* (pp. 47-76). São Carlos: Pedro & João Editores.
- Helpa, C., & Paula, R. (2013). Formação de professores: a importância da reflexão sobre a prática docente. In D. Vosgerau, R. Ens, & M. Behrens (Orgs.), *Atas do XI EDUCERE* (pp. 14426-14433). Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
- Hortênsio, A. (2020). *A Influência da Plataforma Hypatiamat na Resolução de Situações Problemáticas Envolvendo a Adição e Subtração* [Relatório Final do Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico, Escola Superior de Educação de Coimbra]. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/33215>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. E. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kim, R., & ALbert, L. (2014). The History of Base-Ten-Blocks: Why and Who Made Base-Ten-Blocks?. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5 (9), 356-365. [https://www.researchgate.net/publication/287024619\\_The\\_history\\_of\\_base-ten-blocks\\_Why\\_and\\_who\\_made\\_base-ten-blocks](https://www.researchgate.net/publication/287024619_The_history_of_base-ten-blocks_Why_and_who_made_base-ten-blocks)
- Liggett, R. S. (2017). The Impact of Manipulatives on the Math Scores of Grade 2 Students. *Brock Educational Journal*, 26(2), 87-101.
- Lopes, T., & Leivas, J. (2017). Contar nos dedos: a conceitualização de número e a operação da adição. *Revista Pedagogia em foco*, 12(7), 157-174. [https://www.researchgate.net/publication/318279699\\_contar\\_nos\\_dedos\\_a\\_conceitualizacao\\_de\\_numero\\_e\\_a\\_operacao\\_da\\_adicao](https://www.researchgate.net/publication/318279699_contar_nos_dedos_a_conceitualizacao_de_numero_e_a_operacao_da_adicao)

- Lopes, J., Viegas, C., & Pinto, A. (2018). *Melhorar práticas de ensino de ciências e tecnologia – Registrar e investigar com narrações multimodais*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Loureiro, J. (2014). *Estratégias para abordar o sentido de número e das operações recorrendo a materiais manipuláveis no contexto do 1.º ano do Ensino Básico* (Relatório Final do Mestrado em EPE e Ensino do 1.º CEB, Escola Superior de Educação de Santa Maria do Instituto Superior Politécnico Gaya). <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/20051>
- Marcelino, L. (2015). *Sentido de número e desempenho em matemática: identificação e acompanhamento em alunos do 1º ano e 2º ano de escolaridade* (Tese de Doutoramento em Educação, Instituto de Educação da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias). <https://recil.ulusofona.pt/handle/10437/6903>
- Martins, J. (2011). *O sentido das operações nos alunos do ensino básico* (Relatório Final do Mestrado em Didática e Inovação no Ensino das Ciências, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve). <https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/3087>
- Mesquita, E., & Roldão, M. C. (2019). Influência(s) da Supervisão Pedagógica nas Práticas de Ensino dos Futuros Professores. In I. Cabral, J. Machado, C. Palmeirão, I. Baptista, J. Azevedo, J. M. Alves, & M.C. Roldão (Orgs.), *Educação, Território e Desenvolvimento Humano: Atas do III Seminário Internacional* (pp. 559-577). Porto: Faculdade de Educação e Psicologia – Centro de Investigação para o Desenvolvimento Humano, Universidade Católica Portuguesa.
- Montenegro, P. (2019). *O papel das representações visuais na aprendizagem da Matemática no 2.º ciclo de escolaridade* (Tese de Doutoramento em Didática de Ciências e Tecnologia: Especialidade de Didática de Ciências Matemáticas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro).
- Moura, J., & Oliveira, I. (2020). O ensino da adição e subtração no ensino fundamental com o auxílio do material dourado. *Revista Multidebates*, 4(5), 95-108.
- Nicola, J., & Paniz, C. (2016). A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. *Revista Infor-Unesp*, 2(1), 355-380.
- Oliveira, I., & Courela, C. (2013). Mudança e inovação em educação: o compromisso dos professores. *Revista Interações*, 9(27), 97-117.
- Ponte, J. P., & Serrazina, M. (2000). *Didática da Matemática do 1.º Ciclo*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pratas, R., Rato, V., & Martins, F. (2016). Modelação Matemática como prática de sala de aula: o uso de manipulativos virtuais no desenvolvimento dos sentidos da adição. In A. P. Canavarro, A. Borralho, J. Brocardo, & L. Santos (Eds.), *Atas do Encontro de Investigação em Educação Matemática* (pp. 35-48). Évora: Universidade de Évora.
- Reis, C., & Barata, C. (2016). O sentido das operações de adição e subtração na resolução de problemas e a comunicação matemática numa turma do 1.º ano. In D. Alves, H. Pinto, I. Dias, M. Abreu, & R. Muñoz (Orgs.), *Livro de Atas da V Conferência Internacional Investigação, Práticas e Contextos em Educação* (pp. 212-218). Leiria: Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Instituto Politécnico de Leiria.
- Ribeiro, M., Policastro, M., Almeida, A., & Caldatto, M. (2021). Conhecimento interpretativo de futuros professores da educação infantil e dos anos iniciais no âmbito da subtração – potencialidades para melhorar a formação. *Roteiro*, 46(1), 1-24.
- Rocha, C., & Farias, S. (2020). Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. *Revista REAMEC*, 8(2), 69-87.
- Rodrigues, A., & Diniz, H. (2015). Sistemas de Numeração: Evolução Histórica, Fundamentos e Sugestões para o Ensino. *Ciência e Natura*, 37(3), 578-591.
- Rodrigues, R. (2021). *O uso do Tabuleiro Decimal na compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal e dos sentidos das operações*. (Relatório Final do Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º CEB, Escola Superior de Educação de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra). [https://www.researchgate.net/publication/349028712\\_O\\_uso\\_do\\_Tabuleiro\\_Decimal\\_na\\_compreensao\\_dos\\_principios\\_do\\_sistema\\_de\\_numeracao\\_decimal\\_e\\_dos\\_sentidos\\_das\\_operacoes](https://www.researchgate.net/publication/349028712_O_uso_do_Tabuleiro_Decimal_na_compreensao_dos_principios_do_sistema_de_numeracao_decimal_e_dos_sentidos_das_operacoes)

- Rodrigues, R. N., Rato, V., & Martins, F. (2020). Materiais Manipuláveis na aprendizagem da matemática: uso do Tabuleiro Decimal na compreensão dos sentidos da adição. *Indagatio Didactica*, 12(3), 495-517.
- Rosa, J., Damazio, A., & Silveira, G. (2014). O Sistema de Numeração nas Tarefas Propostas por Davýdov e seus Colaboradores para o Ensino de Matemática. *Bolema*, 28(50), 1135-1134.
- Rosas, M., & Selva, A. (2010, Julho). *Ensino do sistema de numeração decimal: analisando a prática docente numa turma de 2º ano do ensino fundamental*. X Encontro Nacional de Educação Matemática, Salvador - Bahia.
- Santos, N., & Sobrinho, J. (2016). Materiais Manipuláveis no âmbito do Ensino de Matemática: Contribuições para a Prática Pedagógica. *Revista FSA*, 13(3), 145-161. <http://www4.fsnet.com.br/revista/index.php/fsa/article/view/1064>
- Santos, V., Muniz, S., & Silva, D. (2020). A importância do estágio supervisionado na formação inicial docente: relato de experiência. *Facit, Business and Technology Journal*, 13(1), 140-147.
- Silva, T. (2020). Um estudo de conceitos do sistema de numeração decimal por alunos do 4º ano do ensino fundamental mediante o uso de jogos. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(1), 327-340.
- Soares, J., & Catarino, P. (2018). Utilização de materiais manipuláveis na aprendizagem de conceitos matemáticos nos primeiros anos. In R. P. Lopes, M. V. Pires, L. Castanheira, E. M. Silva, G. Santos, C. Mesquita, & P. F. Vaz (Eds.), *Atas do III INCTE* (pp. 540-550). Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Verschaffel, L., & De Corte, E. (1996). Number and Arithmetic. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 99-137). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Viana, E., & Manrique, A. (2020). A influência do conhecimento matemático do professor na seleção de recursos para estudantes autistas. *Revista de Produção Discente em Educação Matemática*, 9(2), 70-83.
- Vieira, A. (2016) A aprendizagem da adição e subtração através da resolução de problemas (Relatório Final do Mestrado em EPE e Ensino do 1.º CEB, Escola Superior de Educação de Instituto Politécnico de Setúbal). <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/17040>
- Viseu, F., & Menezes, L. (2014). Desenvolvimento do conhecimento didático de uma futura professora de matemática do 3.º ciclo: o confronto com a sala de aula na preparação e análise de tarefas de modelação matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(3), 347-375. <https://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/2435>

**RELATIONSHIP BETWEEN ORGANIZATION AND PROPERTIES OF MATTER: HANDS-ON ACTIVITIES AT ELEMENTARY SCHOOL USING CARBONACEOUS MATERIALS**

**RELAÇÃO ENTRE ORGANIZAÇÃO E PROPRIEDADES DA MATÉRIA: ATIVIDADES DE TRABALHO NA ESCOLA PRIMÁRIA USANDO MATERIAIS CARBONÁCEOS**

**RELACIÓN ENTRE ORGANIZACIÓN Y PROPIEDADES DE LA MATERIA: ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN LA ESCUELA PRIMARIA UTILIZANDO MATERIALES CARBONÁCEOS**

**Lydie Valade<sup>1,2</sup>, Jean-Louis Pellegatta<sup>3</sup>, Myriam Dubreuil<sup>4</sup> & Laurence Toral<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>LCC-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France

<sup>2</sup>Chimie et Société, Fondation de la maison de la chimie, Paris, France

<sup>3</sup>Chimie et Société Occitanie, Toulouse, France

<sup>4</sup>Lycée Déodat de Séverac, Toulouse, France

<sup>5</sup>Ecole Élémentaire, Tarabel, France

chimieetsociete@maisondelachimie.com

**ABSTRACT** | A hands-on activity is presented for elementary school students to discover the composition of matter and its consequences on chemical and physical properties. Natural forms of carbon (coal, graphite and diamond), synthesized forms (charcoal and activated carbon), and the differences in their physical properties are listed and discussed. Students build a flat hexagonal portion of the graphene sheets of graphite and a tetrahedral portion of the 3D structure of diamond. They experiment with conductivity of a graphite pencil and compare it with that of a wood stick and a copper wire. They also explore adsorption properties of activated carbon by decolorizing a grenadine solution. This activity develops manual skills and collaborative work. Students learn how to select appropriate observations for producing an experiment report both orally and by writing.

**KEYWORDS:** Elementary school education, Hands-on science, Chemistry education, Physics education.

**RESUMO** | É apresentada uma atividade prática para alunos do ensino fundamental que lhes permite descobrir a composição da matéria e assim sendo as suas consequências sobre as propriedades químicas e físicas. Formas naturais do carbono (carvão, grafite e diamante), formas sintéticas (carvão vegetal e carvão ativado) e as diferenças de suas propriedades físicas são listadas e discutidas. Os alunos constroem o motivo hexagonal plano presente nas folhas de grafeno da grafite e um motivo tetraédrico correspondendo a estrutura 3D do diamante. Eles fazem uma experiência sobre a condutividade de um lápis de grafite e a comparam com aquela de um pedaço de madeira e de um fio de cobre. Eles também exploram as propriedades de adsorção do carvão ativado ao decolorir uma solução de granadina. Esta atividade desenvolve habilidades manuais e o trabalho em grupo. Os alunos aprendem a selecionar observações apropriadas para elaborar um relatório sobre o experimento, tanto oralmente quanto por escrito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino fundamental, Ciência prática, Ensino de química, Ensino de física.

**RESUMEN** | Se presenta una actividad práctica para que los alumnos de la escuela primaria descubran la composición de la materia y sus consecuencias en las propiedades químicas y físicas. Se enumeran y discuten las formas naturales de carbono (carbón, grafito y diamante), las formas sintetizadas (carbón vegetal y carbón activado) y las diferencias en sus propiedades físicas. Los estudiantes construyen una porción hexagonal plana de las láminas de grafito y una porción tetraédrica de la estructura tridimensional del diamante. Experimentan con la conductividad de un lápiz de grafito y la comparan con la de una varilla de madera y un alambre de cobre. También exploran las propiedades de adsorción del carbón activado decolorando una solución de granadina. Esta actividad desarrolla las habilidades manuales y el trabajo en colaboración. Los estudiantes aprenden a seleccionar las observaciones apropiadas para producir un informe de experimento tanto oralmente como por escrito.

**PALABRAS CLAVE:** Educación en la escuela primaria, Ciencia práctica, Educación en química, Educación en física.

## 1. INTRODUCTION

In most countries of the world, effort has increased to enhance scientific education, in order for future citizens to better understand their surrounding world and be able to analyze political decisions e.g. in terms of health or environment. Efforts are often conducted jointly between educators and scientists (Crosby, 1997; Szteinberg et al., 2014), various teaching methods are compared (Gregorius et al., 2010; Paik, 2015) and many outstanding approaches (Araujo et al., 2015; Morais, 2012, 2015, 2020; Wally et al., 2005) have been employed to fight against “chemophobia” (Laszlo, 2006) and transfer chemistry knowledge in informal settings (Mikou & Bensalah, 2012; Ouali, 2015). The hands-on activity on carbonaceous materials presented in this article was initially set up for “Chimie & Terroir” (C&T), an out-of-class annual scientific outreach event, organized by “Chimie et Société”(CetS), a division of the Fondation de la Maison de la Chimie . It was conducted three times with 300 students each time over three days and took place in twelve elementary schools along the journey of the “Caravane de la chimie” (Valade et al., 2018).

Following a demand from teachers, the activity was adapted and conducted in class, in line with the program of Cycle 3 (age 9-11) of French elementary schools which recommends the following acquisition of skills in science and technology: *“Acquire the scientific language necessary to analyze and describe the observations and experiments allowing understanding the world around us, using texts and diagrams; conduct experiments to acquire spatial and temporal benchmarks and notions of scale; describe the state and constitution of matter on a macroscopic scale; identify the main families of materials and their classification according to their physical and chemical properties”* (MEN, 2015) p.12-13, 15, (MEN, 2016) p.61-63.

According to this program, the hands-on activity on carbonaceous materials is based on experiments using known materials and simple equipment for discovering the relationship between the composition and the properties of matter. The hands-on activity is accompanied with a reporting activity in the form of a worksheet and oral and written personal reports to evaluate the acquisition of scientific language. We report on how the activity was transferred to a class so as to provide teachers with materials and instructions for reproducing it.

## 2. RATIONAL AND CONTEXT

At elementary school age, it is of course not intended, neither intendable, to formally teach chemistry. The objective should be to arouse curiosity for science in general, to show how chemistry allows us to understand the composition and behavior of the world around us, and to overcome the first idea, still unfortunately dominant in the population, that chemistry is a source of risk rather than of well-being (Steiner, 1989). Within the Chemistry and Society community (CetS), all researchers and teachers agree that children should discover chemistry through experimentation and observation. Discover through fun activities using a limited number of new words and concepts is the aim to be followed.

Therefore, a joint preparation of the activity must be carried out by both researchers and teachers in order to meet the teachers' demand that (i) the activity be part of the acquisitions imposed by the program, and (ii) its content be adapted to the expected school level. On the basis of the hands-on activity on carbonaceous materials set by Chemistry and Society (Valade et al.,

2018), and of activities such as that reported for visualizing the atomic structure (Cipolla & Ferrari, 2016), the authors jointly built the sequences and content of the in-class activity described in this article. A worksheet was edited where the student could report their observations ([Supporting Information 1](#) “student worksheet”, p. 5-8).

Another advantage of such a collaborative action also lies in the possibility of using equipment from research laboratories that schools cannot afford buying.

### 3. DESCRIPTION OF THE EDUCATIONAL PRACTICE AND ITS IMPLEMENTATION

The activity was conducted in three sessions by two researchers, a high school teacher and the elementary school teacher of a class of fifteen children, aged 10. The teacher continued the activity during further science class on the basis of one hour weekly for four weeks. During this additional time, students wrote a personal report and presented their work to their schoolmates using poster presentation. Note that this activity was carried out after introducing atom composition through the activity reported in (Cipolla & Ferrari, 2016). The organization and main content of the activity are summarized in Table 1.

*Table 1- Summary of the chronological organization and content of the activity*

Session	Session 1	Session 2	Session 3
<b>Duration</b>	30 min	30 min	1 h
<b>Content</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>list carbonaceous materials</li> <li>identify natural and synthesized forms</li> <li>list applications and properties</li> <li>locate coal and diamond on earth</li> <li>explain and date the formation of coal and diamond</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>build the hexagonal arrangement of carbon in graphite</li> <li>observe the planar organization</li> <li>build the arrangement of carbon in diamond</li> <li>associate the tetrahedrons in three-dimension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>compare the electrical conductivity of wood, graphite and copper</li> <li>relate structure and properties of graphite and diamond</li> <li>experiment adsorption properties of activated carbon</li> </ul>
<b>Student involvement</b>	Discussion and worksheet	Experiment and worksheet	Experiment and worksheet

Session 1 took the form of a discussion for introducing the difference between natural and synthesized carbonaceous materials and identifying the origin and period of formation of natural forms of carbon. Session 2 concerned the construction of the graphite and diamond structural organization. Finally, session 3 focused on a property of a natural and a synthesized form of carbon, respectively. The students filled the worksheet to note their observations ([Supporting Information 1](#) “student worksheet”, p. 5-8). In a final discussion, students were asked to formulate the knowledge they have acquired from the experiments.

The following sections detail the different stages of the activity and provide additional information and resources as support for teachers.

### 3.1 Carbonaceous materials: natural and synthesized

When asking the students what kind of carbonaceous materials, they knew and for what use, they cited charcoal and coal. As the same word “*charbon*” is used in French for both charcoal and coal, students were surprised that we duplicated the word on Table 2 filled on the whiteboard. This was an opportunity to introduce the difference between natural and synthesized materials, explain the two different categories and add new entries. We showed samples of lignite, anthracite (Figure 1), charcoal, activated carbon and woven carbon fibers used in composite materials.

**Table 2-** Classification of current natural and synthetic carbonaceous materials and their applications. The words with \* correspond to most frequent answers by students. The table is not exhaustive of all applications of carbonaceous materials but limited to few known uses in everyday life.

Natural forms of carbon	Applications	Synthesized forms of carbon	Applications
Coal*	Heating*	Charcoal*	Barbecue*
Lignite	Heating	Coke	Heating, metal extraction
Anthracite	Heating	Activated carbon	Aquarium*, water and air purification, medicine
Graphite	Pencil	Carbon fibres	Composites (sport equipment, airplane and boat structures, ...)
Diamond	Jewelry*, abrasives	Synthetic diamond	Abrasives

Charcoal is actually made of 70-90% of carbon, but is man-made by the pyrolysis of wood, called carbonization. However, the carbonization process is a rapid process (2-4 days) compared to the natural formation of coal, a fossil fuel resulting from the decomposition of plants (Schobert, 1989a, 1989b; Tarbuck et al., 2015). Diamond is another natural form of carbon but can also be synthesized *e.g.* by chemical vapor deposition from methane (Werner & Locher, 1998), or at high pressure and temperature from graphite (Meihua et al., 2015). Coke may also occur naturally (Kwieceńska & Petersen, 2004) but the material needed for metal extraction from ores is produced by heating coal in the absence of air to eliminate impurities. Activated carbon and carbon fibers are other examples of synthesized forms of carbon. Activated carbon is produced in two stages: (i) the carbonization of various starting materials (wood, peat, lignite, bones, coconut shell, bio wastes, etc) and (ii) a treatment that removes the 10-30% remaining organic residues from charcoal and generates porosity (Hernández-Montoya & Bonilla-Petriciolet, 2012; Kibami, 2017). Activated carbon offers a large adsorbent surface area that can be used *e.g.* for drinking water filtration, air purification, supported catalysis. Carbon fibers are used in composite materials and are prepared from synthetic polymers following three stages: (i) oxidative stabilization of the polymers, (ii) carbonization and (iii) graphitization (Park & Heo, 2015).

### 3.2 The natural forms of carbon: formation of coal and diamond

A short video, e.g. (Edutree, 2014), explaining the formation of coal was used to focus attention (Blonder et al., 2013), and help to understand the transformation of vegetation into coal. Nowadays extracted coal results from vegetation that started to transform about 360 million years ago (Orem & Finkelman, 2003) (Table 3).

**Table 3-** Geological periods and percentage of nowadays coal originating from them.

Geological period	Length in million years ago (MYA)	Percentage of coal formed (%)
Devonian	420 to 360	Apparition of plants
Carboniferous	360 to 300	25
Permian	300 to 250	30
Jurassic	200 to 145	15
Cretaceous	145-100	12
Paleocene	66 to 23	12 (mainly Lignite)

Favorable environmental conditions (climate, oxygen and carbon dioxide levels, nature of trees) explain the highest production during the Carboniferous and Permian periods. The Paleocene period mainly resulted in lignite. Sedimentation and movements of the earth crust buried the altered vegetation that was exposed to high temperatures and pressures and progressively transformed it into peat, lignite, coal, anthracite and graphite. This transformation is called coalification and the degree of coalification is measured by the carbon content: from 50 % in wood, 50-55 % in peat to more than 90% in anthracite and 100% in graphite (Figure 1).

#### Coal formation



#### Coalification duration and carbon content

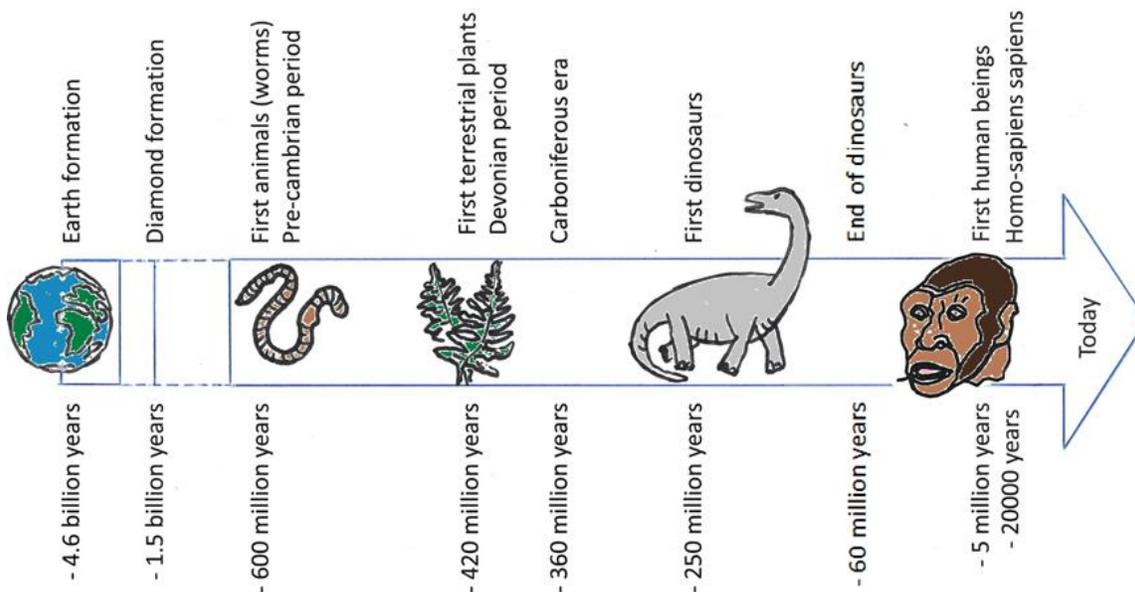


**Figure 1** The steps and duration of the coalification process: from plants to graphite.

Diamond is another natural form of carbon containing 100% of carbon, however, the formation of diamond requires more extreme conditions of temperature and pressure compared

to coal. Moreover, diamond is formed at deeper conditions than coal, at a minimum of 150 km from the earth's surface *versus* a maximum of 3 km for coal, corresponding to the portion of the earth crust dating back more than 1.5 billion years (Carlson, 2005). Consequently, diamond formation occurred far before plants occupied earth.

These long periods of time were not easy for students to grasp at their age. A geological time scale starting at the earth's formation was used to illustrate the timing of diamond formation, the presence of the first plants, the Carboniferous period, the period of dinosaurs, and the first humans in comparison to the duration of human being lifetimes (Figure 2).



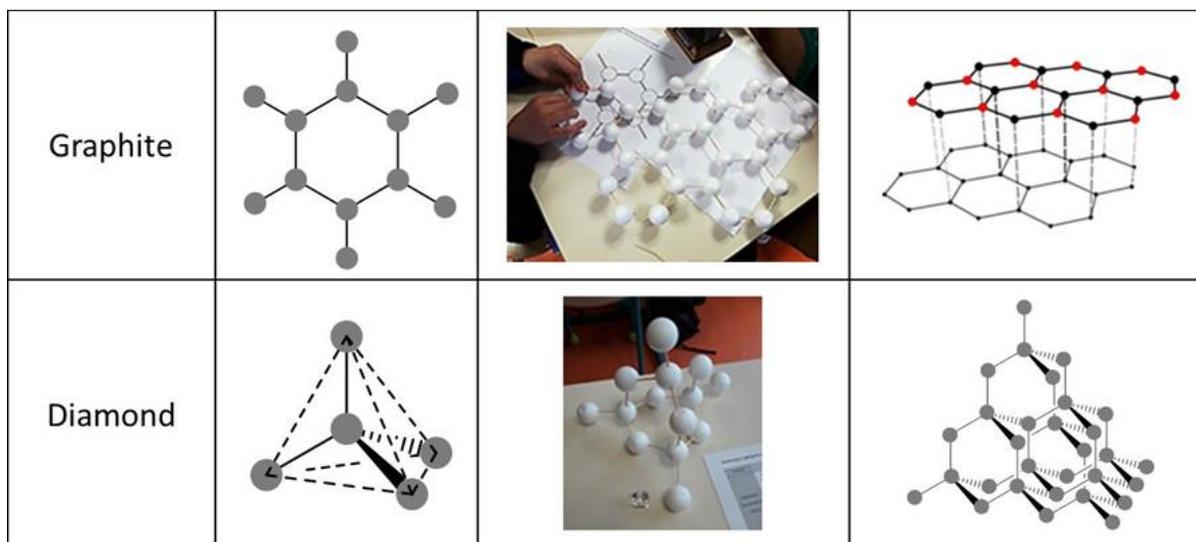
**Figure 2** This geological time scale can be set up on a 5m ribbon to figure out duration by transposing time to distances. Men appear at 5 mm, dinosaurs at 25 cm, coal formation at 36 cm, first plants at 42 cm, first animals as worms at 60 cm, diamond at 1.5m, and earth at 4.6 m. Each millimeter represents 1 million years.

### 3.3 Graphite and diamond are both made of carbon

Children have all used graphite pencils and seen diamonds on rings. They were asked to list the differences between graphite and diamond in terms of color and hardness: graphite is black and soft, while diamond is transparent and hard. We explained that, although they look very different, both graphite and diamond are made of 100% carbon. If we used a microscope that magnifies 10 billion times, we could observe the organization of carbon atoms in graphite and diamond which explain their properties. Note that the activity on atom composition (Cipolla & Ferrari, 2016) had been conducted prior to that on carbonaceous materials, including the association of atoms into molecules with the example of water and methane molecules. We could therefore explain that each carbon atom has four electrons to share with neighbors. When two atoms engage one electron each, a bond is formed.

In diamond, carbon atoms engage all their four electrons to bond to four other carbon atoms arranged at the apex of triangular shaped pyramids named tetrahedrons. In graphite, carbon atoms bond to three other carbon atoms and form flat hexagons (Tee & Tonge, 1963). As previously reported, three-dimensional visualization of the organization of atoms in matter is

useful for understanding their properties (Kao et al., 2015; Siodłak, 2017). The students built hexagons using toothpicks and 3cm polystyrene balls (see templates in [Supporting Information 2](#), p. 2). Bottle caps can also be used (Siodłak, 2017). They were able to figure out that the hexagons are planar. They connected their own hexagon to others to form the hexagonal pavement emulating the structure of one layer in graphite, named graphene. They then built the tetrahedral arrangement of carbon in diamond (see template in [Supporting Information 2](#), p. 3) and connected them together. They could pile layers of planar sheets of graphene to figure out the organization in graphite and compare it with the direct three-dimensional arrangement in diamond (Figure 3).



**Figure 3** The organization of carbon atoms in graphite and diamond; students' construction of the hexagonal and tetrahedral units and assemblies of the units to visualize graphite and diamond structures.

### 3.4 Properties of graphite and diamond: hardness, color and conductivity

In graphite, the carbon richer form of coal, the hexagonal sheets are stacked, and gas is present between layers (Lavrakas, 1957). This organization makes the layers able to slip over each other, which explains that graphite is a soft material. Graphite is used in pencils and layers of graphene are deposited on paper during writing. In diamond, carbon atoms are strongly bonded in all directions thereby forming a structure which cannot be easily deformed: diamond is a hard material.

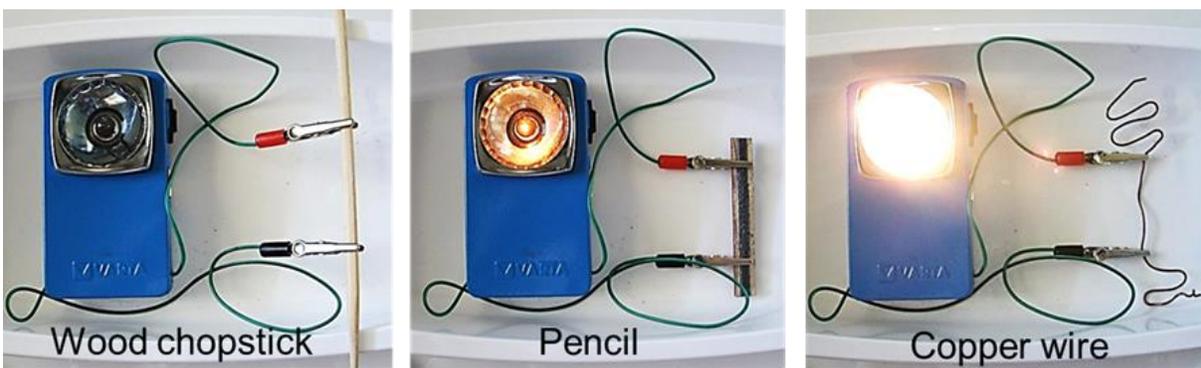
In graphite, each carbon atom has one delocalized electron (contributing to delocalized  $\pi$ -bonds). These delocalized electrons form a cloud over and below each layer. This electronic cloud absorbs light and can support electrical transport. In diamond, carbon atoms use all their four electrons (in  $\sigma$  bonds) to bond to four other carbon atoms. There are no delocalized electrons to block light transmission or support electrical transport. Therefore, graphite is black and conductive while diamond is transparent and insulating.

For reasons of availability, experiments focused on graphite-containing materials: the graphite stick of a pencil was used for the conductivity experiment and the adsorption properties were explored using activated carbon for aquarium use.

### 3.5 Conductivity of graphite: light a bulb

A flash light equipped with clips (Figure 4), was given to the students. They successively connected the clips to a wood chopstick, a graphite pencil (carpenter pencil) and a copper wire and observed the brightness of the bulb; they concluded that wood does not conduct electricity, and the graphite pencil conducts less than the copper wire. We explained that:

- Wood, which transforms into graphite after coalification, is made of cellulose and lignin, *i.e.* organic matter containing carbon, hydrogen and oxygen atoms organized in such a way that no electrons are available to transport electricity. Wood is insulating;
- The graphite pencil contains a mixture of conducting graphite, in which delocalized electrons support the transport of electricity, and clay which is insulating. The mixture conducts electricity;
- Copper is a metal which conducts electricity as graphite but better than the mixture of graphite and clay, explaining that the bulb is brighter.



**Figure 4** A flash light with switch externalized: the switch is replaced by clips. The students connect the clips to a chopstick, a graphite pencil and a copper wire and observe the brightness of the bulb.

### 3.6 Adsorption properties of activated carbon, a synthesized form of carbon: decolorizing grenadine

The students received a column and filled it with activated carbon and water (Figure 5). An alternative equipment can be used (see [Supporting Information 2](#), p.7). Help was given by the animators to avoid air entrapment while packing the column. Students added 200mL of a solution of grenadine (or food coloring) to the column and collected the filtrate at 1 drop per second. They observed that the liquid filtered is colorless. We explained that the color is due to a dye contained in the grenadine syrup. When water and grenadine are passed through activated carbon, the dye is trapped in the pores at the surface of activated carbon: we used an egg box and ping-pong balls to illustrate the adsorption process (See [Supporting Information 2](#), p. 7). The dye is separated from water and grenadine, it accumulates on the surface of the activated carbon and can be removed from it. Additional information on the adsorption of a dye on activated carbon is available in (Martins & Nunes, 2015).



**Figure 5** From left to right, steps of the experiment protocol: set up of the equipment, preparation of the column and grenadine solution, colorless filtrate.

Note on materials and hazards: Grain-like “JBL Carbonec-activ” activated carbon was purchased from an aquarium store. The amount of activated carbon necessary for each chromatography column was previously washed with water to eliminate dust and stored in vials to minimize manipulation by the students. Grenadine syrup (containing Carminic acid-E120) or liquid food coloring (red-Azorubine-E122, yellow-Tartrazine-E102 or blue-Brilliant Blue FCF-E133) available in food stores can be used as coloring agent. Either a solution of grenadine syrup in tap water (1/1 in volume), or 2 drops of food coloring added to 200mL of tap water, was prepared.

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

The activity allowed to work on the following skills of the program of the cycle 3 in science and technology detailed in (MEN, 2016), p. 61-62. Examples of students’ productions are given to illustrate the adequation between requirements of the program and acquired skills.

- a) *Practice scientific and technological procedures*
  - *Interpret a result, draw a conclusion:* as shown in Figure 6, the students wrote their observations on worksheets ([Supporting Information 1](#)).
- b) *Appropriate tools and methods*
  - *Use the appropriate equipment to conduct an experiment:* the students received the equipment and the diagram and protocol of the experiment was projected (Figure 7).
  - *Organize an experimental production space on your own:* the students organized the experiment on their table (Figure 5).
- c) *Practice languages*
  - *Report observations, experiences, conclusions using precise vocabulary:* this was done by using the worksheets (Figure 6).
  - *Explain a phenomenon in writing:* students wrote a personal report (Figure 8) and prepared a poster exhibition in their school.

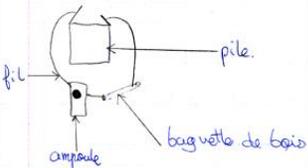
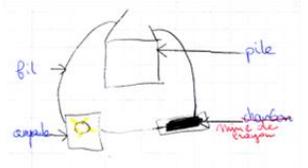
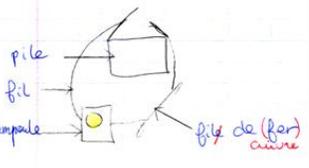
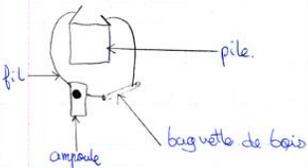
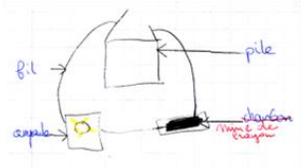
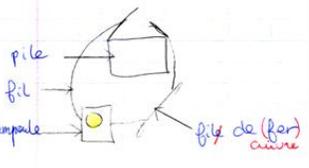
Experiment	Wood chopstick	Pencil lead	Copper wire
Connect clips to each material	Light is <u>*ON/OFF</u> <i>* L'ampoule ne brille pas avec du bois</i>	Light is <u>*ON/OFF</u> <i>* L'ampoule brille faiblement avec le charbon</i>	Light is <u>*ON/OFF</u> <i>* L'ampoule brille avec du fil de fer</i>
Observe light bulb			
Draw the circuit			
Electrical property	The wood chopstick <u>*conducts / does not conduct</u> electricity. It is <u>*conductive / insulating</u>	The pencil lead <u>*conducts / does not conduct</u> electricity. It is <u>*conductive / insulating</u>	The copper wire <u>*conducts / does not conduct</u> electricity. It is <u>*conductive / insulating</u> The bulb shines <u>*more / less</u> than with the pencil lead.
Explanation	Wood is made of organic matter that does not conduct electricity.	The pencil lead is made of a mixture of conductive graphite powder and clay which is insulating.	Copper is a metal and conducts electricity better than the mixture of graphite and clay.

Figure 6 Conductivity worksheet ([Supporting Information 1](#), p.7) with student's drawings and comments copied from the French version.

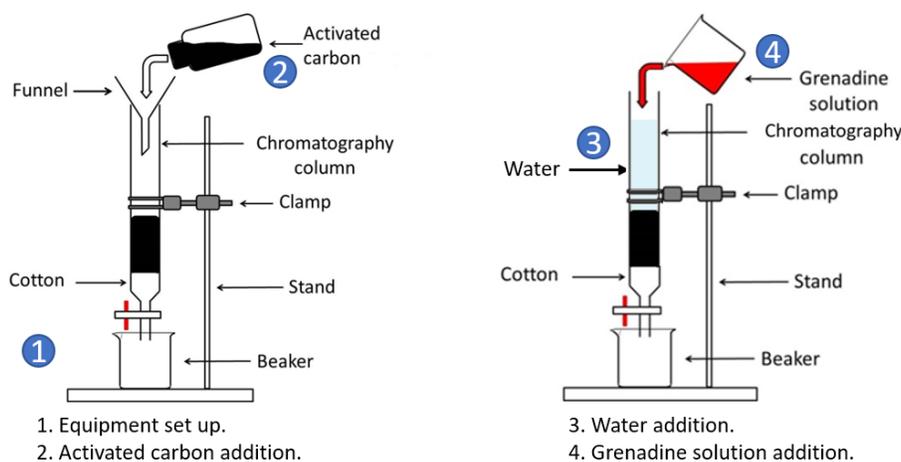


Figure 7 Adsorption properties of activated carbon: projected diagrams and protocol steps.

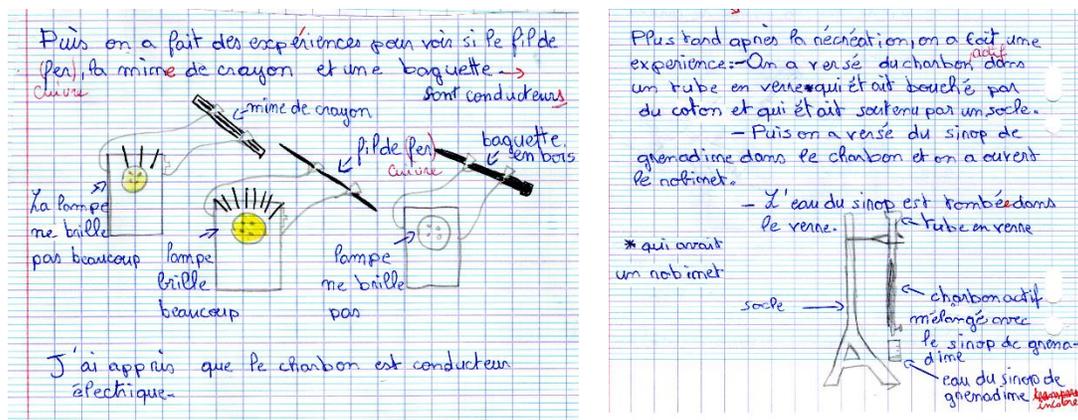


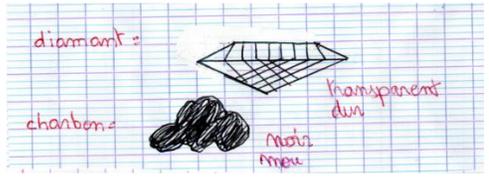
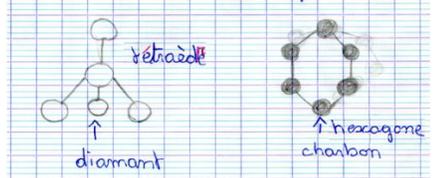
Figure 8 Extract of a student's report describing the protocol and the observations. Examples with conductive properties and adsorption properties. Classification of materials: conductors, insulators, adsorbent materials.

Through simple experiments on the macroscopic properties of matter, the activity fits into the THEME: Matter, movement, energy, information, Subtheme: *Describe the states and constitution of matter at the macroscopic scale* appearing in (MEN, 2016) p. 63.

As mentioned in (MEN, 2015) p. 9, the observation stage is essential in all scientific fields. By observing reality, science and technology provoke students' questions and the search for answers. The proposed experimental activities allowed students:

- a) *To set up an experiment by following a protocol* (Figures 5, 7): experiments based on known materials and the use of simple equipment were adapted to the students' age.
- b) *To observe and describe phenomena* (Figure 6): students reported their observations on worksheets.
- c) *To report the experimental results in writing* (Figure 8): through writing a personal report, the students used texts and drawings of the experiments to describe their observations.

At the end of the activity, the students were asked to tell what they have learned from the experiments. Through this first oral evaluation, we noticed that they understood well that two materials made of the same element can have different properties at macroscopic scale due to their solid-state arrangement at microscopic scale. Figure 9 shows how they translated this knowledge into their personal report. While the geological timescale (Figure 2) allows acquiring temporal benchmarks, the construction of the hexagonal sheets of graphite and tetrahedral structures of diamond (Figure 3) and their association in three directions to figure out the atomic organization within a material, is useful for the acquisition of spatial benchmarks and notions of scale.

Instructions	Student's production
Draw diamond and coal (macroscopic scale) Write observable properties	
Draw the organisation of carbon in diamond and coal (microscopic scale)	

**Figure 9** Comparison of macroscopic and microscopic scale. Properties at macroscopic state. Spatial organization at microscopic state.

The activity developed manual skills and collaboration during the experiments. As mentioned in the description of the activity, the teacher continued the activity during other science courses. In addition to the documents filled during the activity, each student wrote a personal report. The teacher helped the students understand how to choose among their observations in order to draw conclusions using appropriate vocabulary. They also presented their work orally to their schoolmates in the form of a poster exhibition.

## 5. CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

The adequacy between the activity and skills can be summarized as follows:

- a) Experiments based on known materials and the use of simple equipment are adapted for “*understanding the world around us*”. Students “*acquire the scientific languages necessary to analyze the observations and experiments*” by filling a worksheet (Figure 6, [Supporting Information 1](#)). They write personal reports and draw schemes of the experiments “*to describe their observations using texts and diagrams*”;
- b) The geological timescale (Figure 2) allows “*acquiring temporal benchmarks*”. The construction of the hexagonal sheets of graphite and tetrahedral structures (Figure 3) of diamond and their association in three directions to figure out the material, agree with “*conduct experimental approach to acquire spatial benchmarks and notions of scale*”;
- c) The macroscopic properties of graphite and diamond (color, hardness) are easy to list by the students to “*describe the state and constitution of matter on a macroscopic scale*” (Figure 9);
- d) The experiments with conductivity and adsorption help the students to identify electrical conductors, insulators and adsorbent materials among “*main families of materials*” and to classify them “*according to their physical and chemical properties*” (Figure 8).

The reported hands-on activity on carbonaceous materials provides ideas that teachers from any country can adapt to their class. The activity can be upgraded to be conducted with students aged 12 to 15. It includes multidisciplinary knowledge and practice. The combined implication of researchers and teachers allows to

- offer good equipment conditions for the experimentation
- build an activity at the appropriate education level.

As the activity should be conducted according to class schedules, it requires the participation of one educator for 4 students. The time devoted to each session is too short to ensure that each student has understood all observed phenomena. The activity is a first approach based on observation: it must be completed by the teacher by going back over each acquisition in several sessions. After this essential step, all students are able to build an autonomous presentation of their observations.

Meeting researchers and using professional laboratory equipment increases the students' interest in the activity. This was not surprising because, during our various outreach activities, we have noticed that the equipment is always what attracts at first: it encourages students and adults to ask questions and interact with the researcher.

Let's finally tell an anecdote showing that the activity increased students' curiosity. The class that carried out the activity reported in this article was selected to talk to astronaut Thomas Pesquet when he was on board the ISS. One student greatly surprised him when he asked if graphite was a conductor in space.

## REFERENCES

Araujo, J. L., Morais, C., & Paiva, J. C. (2015, 2015). Poetry and alkali metals: building bridges to the study of atomic radius and ionization energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 893-900.

- Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z., Benny, N., Rap, S., & Sakhnini, S. (2013). Can You Tube it? Providing Chemistry Teachers with Technological Tools and Enhancing their Self-Efficacy Beliefs. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 269-285. <https://doi.org/10.1039/C3RP00001J>
- C&T. *Rencontres Chimie & Terroir*. Chimie et Société. <http://www.chimieetsociete.org/en/chemistry-soil/about-chimie-terroir.html>
- Carlson, R. W. (2005). *The Mantle and Core* (Vol. 2). Elsevier Science. <https://www.elsevier.com/books/the-mantle-and-core/carlson/978-0-08-044848-0>
- CetS. *Chimie et Société*. Fondation de la maison de la chimie. <http://www.chimieetsociete.org/en/chemistry-society/about-us.html>
- Cipolla, L., & Ferrari, L. A. (2016, June 14). Big Atoms for Small Children: Building Atomic Models from Common Materials To Better Visualize and Conceptualize Atomic Structure. *Journal of Chemical Education*, 93(6), 1068-1072. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00784>
- Crosby, G. (1997, March 1). The Necessary Role of Scientists in the Education of Elementary Teachers. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 271. <https://doi.org/10.1021/ed074p271>
- EduTREE. (2014, Sept 22). *Let see how coal is formed*. <https://www.youtube.com/watch?v=n1Yz4Ck3w-k>
- FMC. *Fondation de la Maison de la Chimie*. <http://www.maisondelachimie.com/>
- Gregorius, R. M., Santos, R., Dano, J. B., & Gutierrez, J. J. (2010). Can animations effectively substitute for traditional teaching methods? Part I: preparation and testing of materials. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(4), 253-261. <https://doi.org/10.1039/C0RP90006K>
- Hernández-Montoya, V., & Bonilla-Petriciolet, A. (2012). *Lignocellulosic Precursors Used in the Synthesis of Activated Carbon - Characterization Techniques and Applications in the Wastewater Treatment*. InTech. <https://doi.org/10.5772/3346>
- Kao, J. Y., Yang, M.-H., & Lee, C.-Y. (2015, Nov 10). From Desktop Toy to Educational Aid: Neo Magnets as an Alternative to Ball-and-Stick Models in Representing Carbon Fullerenes. *Journal of Chemical Education*, 92(11), 1871-1875. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00408>
- Kibami, D. (2017). *Synthesis and Characterization of Activated Carbon for removal of Pb*. Lap Lambert Academic Publishing. <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/de/book/978-3-659-89267-7/synthesis-and-characterization-of-activated-carbon-for-removal-of-pb?search=978-3659892677>
- Kwiecinska, B., & Petersen, H. I. (2004, Feb). Graphite, semi-graphite, natural coke, and natural char classification - ICCP system. *International Journal of Coal Geology*, 57(2), 99-116. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2003.09.003>
- Laszlo, P. (2006). On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 12(1), 99-130. <http://www.hyle.org/journal/issues/12-1/laszlo.htm>
- Lavrakas, V. (1957, May 1). Textbook errors: Guest column. XII: The Lubricating Properties of Graphite. *Journal of Chemical Education*, 34(5), 240-241. <https://doi.org/10.1021/ed034p240>
- Martins, A., & Nunes, N. (2015, Jan 13). Adsorption of a Textile Dye on Commercial Activated Carbon: A Simple Experiment to Explore the Role of Surface Chemistry and Ionic Strength. *Journal of Chemical Education*, 92(1), 143-147. <https://doi.org/10.1021/ed500055v>
- Meihua, H., Ning, B., Shangsheng, L., Taichao, S., Qiang, H., Xiaopeng, J., & Hongan, M. (2015, Jan 1). Studies on synthesis and growth mechanism of high quality sheet cubic diamond crystals under high pressure and high temperature conditions. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 48, 61-64. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2014.07.034>
- MEN. (2015). *Programme d'enseignement du cycle 3*. BO de l'Education Nationale Special N°11, Eduscol. Retrieved Nov 26 from <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/textes/formations-college-cycle-3/7530-programme-sciences-et-technologie-cycle-3.pdf>

- MEN. (2016). *Programmes 2016 - Sciences et Technologie - Cycle 3*. Eduscol. [https://eduscol.education.fr/technocol/nouveaux\\_programmes/programmes\\_2016\\_technologie\\_cycle3/vi ew](https://eduscol.education.fr/technocol/nouveaux_programmes/programmes_2016_technologie_cycle3/vi ew)
- Mikou, A., & Bensalah, A. (2012). Diffuser la Culture Scientifique et technique au Maroc / Diffusing Scientific and Technical Culture in Morocco. *La Lettre de l'OCIM*(141), 16-23. <https://doi.org/10.4000/ocim.1071>
- Morais, C. (2012). *Histórias com Química* (Quidnovi, Ed.).
- Morais, C. (2015, 2015). Storytelling with chemistry and related hands-on activities: Informal learning experiences to prevent "chemophobia" and promote young children's scientific literacy. *Journal of Chemical Education*, 92(1), 58-65. <https://doi.org/10.1021/ed5002416>
- Morais, C. (2020, Jan). Storytelling and hands-on activities boosting young children's awareness and understanding of chemistry. *L'Actualité Chimique*(447), 43-47. <https://www.lactualitechimique.org/Histoires-et-activites-pratiques-pour-sensibiliser-les-jeunes-enfants-et-renforcer-la-comprehension>
- Orem, W., & Finkelman, R. (2003, 11/30). Coal Formation and Geochemistry. *Treatise on Geochemistry*, 7, 191-222. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043751-6/07097-3>
- Ouali, A. (2015, May). Les rencontres chimie & terroir, une passerelle entre chimie et grand public *L'Actualité Chimique*(396), 47-52. <http://www.lactualitechimique.org/Les-Rencontres-Chimie-Terroir-une-passerelle-entre-chimie-et-grand-public>
- Paik, S.-H. (2015). Exploring the role of a discrepant event in changing the conceptions of evaporation and boiling in elementary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 670-679. <https://doi.org/10.1039/C5RP00068H>
- Park, S.-J., & Heo, G.-Y. (2015). Precursors and Manufacturing of Carbon Fibers. In S.-J. Park (Ed.), *Carbon Fibers* (pp. 31-66). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9478-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9478-7_2)
- Schobert, H. H. (1989a, March 1). The Geochemistry of Coal. Part I. The Classification and Origin of Coal. *Journal of Chemical Education*, 66(3), 242. <https://doi.org/10.1021/ed066p242>
- Schobert, H. H. (1989b, Apr 1). The Geochemistry of Coal. Part II. The Components of Coal. *Journal of Chemical Education*, 66(4), 290. <https://doi.org/10.1021/ed066p290>
- Siodlak, D. (2017, Feb 14). Building Large Molecular Models with Plastic Screw-On Bottle Caps and Sturdy Connectors. *Journal of Chemical Education*, 94(2), 256-259. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00576>
- Steiner, R. P. (1989, July 1). Chemistry in the elementary school: Can we make it work? *Journal of Chemical Education*, 66(7), 571. <https://doi.org/10.1021/ed066p571>
- Szteinberg, G., Balicki, S., Banks, G., Clinchot, M., Cullipher, S., Huie, R., Lambertz, J., Lewis, R., Ngai, C., Weinrich, M., Talanquer, V., & Sevan, H. (2014, Sept). Collaborative Professional Development in Chemistry Education Research: Bridging the Gap between Research and Practice. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1401-1408. <https://doi.org/10.1021/ed5003042>
- Tarback, E. J., Lutgens, F. K., & Tasa, D. G. (2015). *Earth Science* (14th ed.). Pearson.
- Tee, P. A. H., & Tonge, B. L. (1963, March 1). The Physical and Chemical Character of Graphite. *Journal of Chemical Education*, 40(3), 117. <https://doi.org/10.1021/ed040p117>
- Valade, L., Pellegatta, J.-L., Viala, F., & Vitorge, M.-C. (2018). *Chemistry hands-on workshops: booklet for animators / Ateliers de découverte de la chimie : fascicule pour les animateurs*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02066686>
- Wally, L. M., Levinger, N. E., & Grainger, D. W. (2005, 2005/10/01). Employing Popular Children's Literature To Teach Elementary School Chemistry: An Engaging Outreach Program. *Journal of Chemical Education*, 82(10), 1489. <https://doi.org/10.1021/ed082p1489>
- Werner, M., & Locher, R. (1998). Growth and application of undoped and doped diamond films. *Reports on Progress in Physics*, 61(12), 1665. <http://stacks.iop.org/0034-4885/61/i=12/a=002>

## TRABALHANDO COM EXPERIMENTOS DE FÍSICA E CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PRISIONAL NO BRASIL

WORKING WITH PHYSICS AND SCIENCE EXPERIMENTS AT A PRISON SCHOOL IN BRAZIL

TRABAJANDO CON EXPERIMENTOS DE FÍSICA Y CIENCIA EN UNA ESCUELA PRISIONERA EN BRASIL

**Luciano Gomes de Medeiros Junior**

Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior da Universidade Federal Fluminense, Brasil  
lucianogmedeiros@gmail.com

**RESUMO** | É possível trabalhar experimentos de Física e Ciências numa escola prisional? O que isso traz de significativo para os alunos? Essas perguntas fomentaram a investigação, juntamente com a necessidade de inserir na formação dos discentes em Licenciatura em Física e Ciências Naturais o debate sobre direitos humanos e educação no sistema prisional. Os experimentos feitos com materiais de baixo custo e sucatas foram construídos pelos discentes e apresentados aos alunos da escola prisional durante quatro dias. A análise dos questionários e dos relatos dos alunos mostrou que é possível trabalhar experimentação numa escola prisional (mais que isso, é necessário!), uma vez que a Educação é uma ferramenta muito usada na (re)socialização do detento e que, portanto, tornar as aulas mais agradáveis certamente incentivará os presos a continuarem seus estudos fora da prisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação prisional, Ações educativas na prisão, Experimentos de baixo custo, Ensino de Física e Ciências.

**ABSTRACT** | Is it possible to work on physics and science experiments in a prison school? What does this mean for students? These questions fostered the investigation, together with the need to insert the debate on human rights and education in the prison system in the training of undergraduate students in Physics and Natural Sciences. The experiments made with low-cost materials and scraps were built by the students and presented to students at the prison school for four days. The analysis of the questionnaires and the students' reports showed that it is possible to work on experimentation in a prison school (more than that, it is necessary!), Since Education is a tool widely used in the (re) socialization of the detainee and, therefore, making classes more enjoyable will certainly encourage prisoners to continue their studies outside of prison.

**KEYWORDS:** Prison education, Educational actions in prison, Low-cost experiments, Teaching physics and science.

**RESUMEN** | ¿Es posible trabajar en experimentos de física y ciencia en una escuela de la prisión? ¿Qué significa esto para los estudiantes? Estas preguntas propiciaron la investigación, junto con la necesidad de incluir el debate sobre derechos humanos y educación en el sistema penitenciario en la formación de estudiantes de pregrado en Física y Ciencias Naturales. Los experimentos hechos con materiales y desechos de bajo costo fueron construidos por los estudiantes y presentados a los estudiantes en la escuela de la prisión durante cuatro días. El análisis de los cuestionarios y los informes de los estudiantes mostró que es posible trabajar la experimentación en una escuela penitenciaria (más que eso, ¡es necesario!), Ya que la Educación es una herramienta muy utilizada en la (re) socialización del detenido y, por tanto, Hacer que las clases sean más agradables sin duda animará a los presos a continuar sus estudios fuera de la prisión.

**PALABRAS CLAVE:** Educación carcelaria, acciones educativas en prisión, experimentos de bajo costo, enseñanza de física y ciencia.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo relata a viabilidade de se trabalhar com experimentos de Física e Ciências Naturais, confeccionados com materiais de baixo custo e sucatas, numa escola prisional, Colégio Estadual Padre Bruno Trombetta, localizada dentro do Presídio Elizabeth Sá Rego no Complexo Penitenciário de Gericinó em Bangu, zona oeste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. A exposição de experimentos simples com intuito de contextualizar melhor alguns assuntos trabalhados teoricamente, ou simplesmente com a intenção de aguçar a curiosidade do expectador para a Ciência, é uma forma de aprendizagem não formal bastante usada em algumas escolas regulares pelos professores, que confeccionam experimentos em seus laboratórios didáticos ou que levam seus alunos a visitarem centros de ciências e/ou museus. Porém, obviamente, essa não é a realidade dos alunos de uma escola prisional, sobretudo se estiver localizada dentro de um complexo de segurança máxima, já que nessas escolas não há laboratórios didáticos e seus alunos não podem desfrutar de atividades extraclasse, por motivos de segurança, dentre outros.

Portanto, se a educação dispensada aos alunos das escolas prisionais deve ter a mesma qualidade da oferecida aos alunos das escolas regulares, respeitando-se, claro, as diferentes realidades entre elas, porque não desenvolver aulas diferenciadas também nas escolas prisionais, respeitando-se naturalmente suas especificidades e realidades? Essa pergunta foi a motivação principal para desenvolvermos nosso trabalho, proporcionando aos alunos da escola uma atividade “extraclasse”, o que é extremamente raro numa escola prisional, a fim de despertar nos mesmos o prazer em estudar alguns temas e assuntos das disciplinas de Física e Ciências Naturais e, principalmente, estimular a continuarem seus estudos quando saírem da prisão.

Outro aspecto importante do nosso trabalho foi o de trabalhar com os discentes das Licenciaturas em Física e Ciências Naturais, *in loco*, os temas direitos humanos e educação escolar no sistema prisional, fomentando a importante discussão sobre o papel transformador do professor na sociedade, indo de encontro ao que regulamenta a Resolução nº 2 de 1º de julho de 2015 do Ministério da Educação, através do seu Conselho Nacional de Educação, que “Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada”.

§ 2º Os cursos de formação deverão garantir nos currículos conteúdos específicos da respectiva área de conhecimento ou interdisciplinares, seus fundamentos e metodologias, bem como conteúdos relacionados aos fundamentos da educação, formação na área de políticas públicas e gestão da educação, seus fundamentos e metodologias, direitos humanos, diversidades étnico-racial, de gênero, sexual, religiosa, de faixa geracional, Língua Brasileira de Sinais (Libras), educação especial e direitos educacionais de adolescentes e jovens em cumprimento de medidas socioeducativas (Brasil, 2015b).

Segundo Andriola (2013), o papel que o professor exerce dentro de um ambiente escolar deve ir além, numa realidade de escola prisional, ressignificando a vida dos alunos em privação de liberdade,

[...] cabe aos professores tomarem consciência do seu potencial como estudiosos e profissionais ativos, reflexivos e intelectuais, de modo a demonstrar aos seus alunos que Educação no sistema prisional tem como função não somente a escolarização (alfabetização de adultos e/ou remição de pena), mas compreender os aspectos econômicos, sociais e culturais que estão intimamente atrelados ao poder e ao controle (do indivíduo e da sociedade) (Andriola, 2013).

Desenvolvemos uma pesquisa bibliográfica,

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto (Fonseca, 2002).

qualitativa, através da observação e da análise do discurso segundo Brandão (1999), e quantitativa através do levantamento das respostas dos questionários usando o software Excel, onde fizemos uma análise estatística bem simples.

A análise do ambiente antes, durante e depois das exposições, os questionários submetidos aos alunos detentos da escola e o papo informal com os mesmos, serviu para substanciar nossa avaliação qualitativa da pesquisa. Durante as exposições foi observado o interesse dos alunos em participarem e a importância dos experimentos na desmistificação da Física e das Ciências Naturais, contextualizando alguns conceitos teóricos já vistos, principalmente pelos alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º Ano) e do Ensino de Jovens e Adultos (Ensino Médio).

Além de inserir novos conhecimentos aos alunos da escola, os experimentos substanciaram uma humanização na relação entre “futuro” professor e aluno, através dos vários diálogos antes, durante e depois das explicações e o fato dos próprios alunos manusearem alguns experimentos, fazendo-os funcionar na palma da mão e diante dos próprios olhos, confrontando com suas experiências de vida à medida que relacionavam os assuntos, trabalhados e explicados pelos discentes, com situações vivenciadas por eles. Uma contribuição significativa desse trabalho foi fazer com que os alunos da escola refletissem sobre sua condição de vida e percebessem que a educação é um caminho que está ao alcance deles e que pode transformar a realidade dos que desejarem uma oportunidade de mudança.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO**

O Brasil é um dos países com a maior taxa de encarcerados do mundo, sendo 338 encarcerados para cada 100 mil habitantes. Em números absolutos, estamos em terceiro, ficando atrás apenas dos EUA e da China (Velasco, et al., 2020). Os dados mais recentes do Departamento Penitenciário Nacional - DEPEN, órgão do Ministério da Justiça, através do Sistema Integrado de Informações Penitenciárias - INFOPEN, documento que compila as informações estatísticas do sistema penitenciário brasileiro, por meio de um formulário de coleta estruturado preenchido pelos gestores de todos os estabelecimentos prisionais do país, o número de encarcerados nas

unidades prisionais do Brasil aumentou 12,8% em cinco anos, passando de 663.155 em dezembro de 2015 para 748.009 em dezembro de 2019 (Brasil, 2019). Pegamos esse recorte de cinco anos, porque somente a partir de dezembro de 2015, passou a serem divulgadas as informações das escolas prisionais e, conseqüentemente, o número de alunos detentos matriculados.

A sociedade, infelizmente, ainda tem um olhar muito preconceituoso quando o assunto é direitos constitucionais dos detentos, sendo em grande parte influenciada negativamente pela propaganda que a grande mídia faz dos problemas que ocorrem nas prisões, como rebeliões, fugas, brigas, etc., deixando de lado projetos importantes que consolidam a ressocialização do apenado (Onofre, 2016). “As práticas efetivas que regulam o cotidiano das prisões são absolutamente desconhecidas pela sociedade, mantendo-se opacas até mesmo com relação aos órgãos públicos que lhes são afins” (Portugues, 2011).

O fato é que os condenados perdem apenas o direito de Liberdade, porém os outros direitos como Educação, Saúde e Segurança, Alimentação, etc. estão garantidos pela Constituição Federal. A discussão sobre a (re)inserção do preso à sociedade começou a ganhar força a partir do século XIX, quando se começou de fato o debate sobre as diferentes formas de reabilitação do preso.

A recuperação do condenado como objetivo principal da pena é um princípio sagrado cuja aparição formal no campo da ciência e principalmente no da legislação é bem recente (Congresso Penitenciário de Bruxelas, 1847) (Foucault, 1986).

Marshall (1967) defende que a educação deve ser garantida pelo Estado, pois entende que o desenvolvimento da sociedade depende da educação de seus membros. Segundo Julião (2012) “A meta de reabilitar passou a merecer ênfase especial nos presídios. Ora sendo vista como semelhante à finalidade do hospital, ora como a da escola, a função da prisão passa a ser designada por terapêutica, cura, recuperação, ato regenerativo, readaptação, ressocialização, reeducação”.

A Lei de Execução Penal brasileira LEP, nº 7.210 de 1984, estabelece o ensino dentro dos presídios em seus Artigos 17 e 18:

Art. 17. A assistência educacional compreenderá a instrução escolar e a formação profissional do preso e do internado.

Art. 18. O ensino de 1º grau será obrigatório, integrando-se no sistema escolar da Unidade Federativa (Brasil, 1984).

Em 2015, a LEP nº 7.210 foi modificada através da Lei n. 13.163 para a inclusão do Ensino Médio nas prisões, conforme o Artigo 18-A

Art. 18-A O ensino médio, regular ou supletivo, com formação geral ou educação profissional de nível médio, será implantado nos presídios, em obediência ao preceito constitucional de sua universalização (Brasil, 2015a).

Diferentemente da percepção de grande parte da sociedade, a taxa de reingresso dos presos ao sistema prisional é de apenas 30 % e a Educação tem uma grande parcela nesse quadro

positivo, ficando atrás apenas do trabalho desenvolvido dentro das prisões nos programas de ressocialização oferecidos aos sujeitos que cometeram delitos (Julião, 2010).

Em nosso entender, essas práticas devem ser divulgadas, compartilhadas, expostas em eventos e pela mídia, que denuncia momentos de rebeliões ou similares, mas em poucos momentos anuncia experiências exitosas que traduzem intervenções positivas em processos de educação na perspectiva dos direitos humanos (Onofre, 2016).

Alguns pesquisadores acreditam que a pena de privação de liberdade tem como principal objetivo a proteção da sociedade, ou seja, de manter afastado o indivíduo que praticou um crime e as prisões deveriam possibilitar a (re)inserção do detento na sociedade, através de atividades que ajudariam nessa recuperação, tais como: o trabalho, a escola, os cultos religiosos, o cultivo de hortaliças, frutas, verduras, etc. (Onofre, 2016).

Em 1996 foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394/96 (Brasil, 1996), que assegura o direito à Educação para todos, regulamentando o que é garantido na Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 208, Inciso I, que diz:

[...] todos os cidadãos e cidadãs têm o direito ao Ensino Fundamental obrigatório e gratuito, assegurada, inclusive, sua oferta para todos os que a ele não tiverem acesso na idade própria (Brasil, 1988).

A elaboração das Diretrizes Nacionais para Educação nas Prisões foi aprovada pelo Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária do Ministério da Justiça do Brasil, através da Resolução nº 03 de 11 de março de 2009, legitimando a educação escolar nas prisões, sendo ratificado pelo Ministério da Educação do Brasil, por intermédio da Resolução nº 02 de 19 de maio de 2010 do Conselho Nacional de Educação (Brasil, 2010).

O caráter emancipador da educação dentro dos presídios corroborou com a escolha da Educação de Jovens e Adultos (EJA) como sendo o mais adequado no sistema educacional.

Os alunos do EJA trazem para as aulas um conjunto de saberes construídos ao longo de suas experiências de vida. Esses conhecimentos devem ser considerados, desenvolvidos e ampliados no trabalho pedagógico, e a eles devem ser acrescentados outros saberes (PINI, 2019).

A educação no sistema prisional tem, obviamente, diferenças intrínsecas por estarem dentro de complexos prisionais e respeitarem normas de seguranças rígidas, diferentemente das escolas regulares. De acordo com Cavalcante (2011) a educação nas escolas prisionais, possui um propósito que vai além de um direito humano, ela possui também um caráter ressocializador do indivíduo, “sendo um lugar onde deverá ocorrer a troca de saberes e irá fortalecer os vínculos sociais, sendo assim, a educação deve ter a mesma qualidade seja no sistema prisional ou não” (De Oliveira, 2017). Segundo Bueno (2007, p.9), o lugar escola prisional: “é praticamente o único espaço em que ele pode se sentir como homem, em que a marca de ‘criminoso’ pode ser amenizada”.

O estudo das Ciências - Física, Química e Biologia - vem a cada dia despertando menos interesse dos alunos, principalmente dos que estudam em escolas públicas de regiões carentes sem a estrutura laboratorial adequada para a realização de experimentos. Um laboratório de Física é de suma importância, pois os alunos observariam na prática alguns conceitos que estariam aprendendo em sala de aula, o que despertaria maior interesse pela disciplina (Nogueira D'ávila, 1999). Existem muitos estudos sobre o impacto de uma exposição de Física em regiões carentes (Pereira, 2010), e é isso o que queremos propor com os experimentos sugeridos, ensinando Física de forma bem prazerosa, a fim de despertar nos alunos o interesse pela Física e consequentemente pela Ciência e Tecnologia. Se essa realidade é tão pungente em escolas ditas regulares, o quadro se agrava drasticamente em escolas dentro de Unidades Prisionais, visto que os alunos de fato não tem acesso a laboratórios de ensino e espaços de educação não formais (Santos, et al., 2011) como museus, centros de ciências, etc. que auxiliam a aprendizagem, já que os alunos das escolas prisionais não podem sair para visitarem espaços fora da escola, o que torna esse projeto ainda mais especial, oferecendo aos alunos uma atividade “fora” da sala de aula. Portanto, nosso trabalho está alinhado ao que sugere os Parâmetros Curriculares Nacionais PCN+ Ensino Médio (Brasil, MEC; SEB, 2002, p. 84):

“É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.” (Brasil, 2002)

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

Foi pensando nesse cenário que desenvolvemos esse projeto visando as escolas prisionais, cuja proposta é levar pequenos experimentos de Física e Ciências, confeccionados com materiais de baixo custo e sucatas, a fim de contextualizar melhor a teoria aprendida em sala de aula com situações do cotidiano. A exposição de experimentos consolida uma atividade extraclasse, tornando a abordagem de temas já estudados teoricamente, mais atraentes e divertidos e oportunizando aos alunos se apropriarem do conhecimento de forma diferenciada (Batista, Fusinato & Blini, 2009). Para se compreender a teoria, de fato, não devemos decorá-la e sim vivenciá-la em situações que levem a reflexões (Freire, 1997). Com isso, baseando-se num Ensino Construtivista (Piaget, 1973) os alunos tirariam suas próprias conclusões, em decorrência da bagagem de vida que já trazem para a sala de aula, e o papel do professor seria o de um lapidador, transformando o censo comum dos alunos em concepções científicas inteligíveis (Becker, 1994).

A primeira providência foi buscar com o Diretor da escola, que nos atendeu com muito entusiasmo e nos deu total apoio para desenvolvermos nossa pesquisa, por contato telefônico e e-mail, as primeiras informações dos setores e órgãos que deveríamos procurar, a fim de obtermos a autorização para realizar nossa pesquisa e, obviamente, adentrar ao presídio. Pois bem, fomos informados que somente através de um Projeto Institucional entre a Universidade e a DIESP/SEEDUC-RJ poderíamos executar a pesquisa e que ainda não estaria nada garantido, visto que a autorização definitiva é dada pela Secretaria de Estado de Administração Penitenciária (SEAP). Escrevemos, portanto, um projeto de pesquisa, aprovado em nosso departamento de

ensino, e o enviamos para a análise da DIESP. Nesse momento tivemos certo receio devido a complexidade óbvia de adentrar num presídio de segurança máxima, sobretudo com experimentos de física e ciências.

Após cinco meses conseguimos a autorização para entrar no presídio e conhecer o espaço interno da escola. Nesse intervalo de tempo investigamos o Plano Pedagógico da escola e começamos a pesquisar e confeccionar os experimentos que poderiam ser usados com os alunos detentos, seguindo o Plano de Curso das disciplinas de Física e Ciências, para que os experimentos estivessem em sintonia com os conteúdos lecionados, sempre atentos aos materiais e equipamentos que são proibidos nos presídios.

Os experimentos foram confeccionados pelos discentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Licenciatura em Ciências Naturais da Universidade Federal Fluminense, no campus do Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior - INFES, localizado no município de Santo Antônio de Pádua na região do Noroeste Fluminense do estado do Rio de Janeiro, Brasil. A escolha dos experimentos e a forma como deveríamos abordá-los passou por uma criteriosa pesquisa bibliográfica sobre a educação numa escola prisional, de modo que nossa abordagem fosse divertida, contextualizada e, principalmente, libertadora de acordo com a formulação freiriana, “entendida como a concepção para a transformação social, em um contexto de luta contra as diferentes formas de opressão e negação das liberdades: educação como prática de liberdade” (Pini, 2019).

Cabe ressaltar que todos os experimentos foram doados à escola, além de roteiros com a relação dos materiais de cada um e o assunto explorado pelo experimento, tornando possível a utilização dos mesmos pelos professores da escola com seus alunos durante suas aulas. Numa escola prisional, onde não existe laboratório e quase nunca atividade extraclasse, ter os experimentos é demasiadamente importante, pois poderão servir como auxílio pedagógico para os docentes da escola, tornando suas aulas mais interessantes.

Nossa pesquisa também é voltada para a troca de conhecimentos e saberes entre os discentes e os professores da escola. Pretendemos compartilhar as boas práticas desenvolvidas no espaço escolar, sobretudo numa escola prisional, onde a colaboração transcende ao ensino, indo além da aquisição de conhecimentos de física ou ciências, propondo uma mudança de vida. Como em várias outras pesquisas que abordaram o ensino numa escola prisional, nosso artigo se propõe a contribuir e ampliar a discussão sobre a situação da Educação nas prisões, ampliando as possibilidades de implementação de projetos externos diferentes e concretos, principalmente na área de Ciências e Física, como forma de colaborar para a (re)inserção do indivíduo na sociedade.

São basicamente três os pilares da nossa pesquisa: 1) a formação docente, trabalhando direitos humanos com discentes da graduação em licenciatura;

[...] a formação de professores deve atentar ao desenvolvimento dos saberes docente e da identidade profissional dos licenciados para que possam reconhecer em seus contextos as diferentes realidades e, quando se fala em formação de professores, isso abrange tanto a formação inicial quanto a continuada (Carminatti & Del Pino, 2020).

2) a quebra de paradigma, desmistificando a ideia que a sociedade tem do preso, de que Educação é um privilégio e não um Direito; e 3) Desenvolver uma atividade extraclasse dentro da escola prisional, ambiente carente de atividades dessa natureza, mostrando que não só é possível, como necessário!

Através de um questionário com cinco perguntas simples e objetivas, analisamos as manifestações dos alunos, antes, durante e depois das exposições, ouvindo-os sobre questões relacionadas aos experimentos, além de conversas informais sobre suas vidas e perspectivas futuras, foi possível fazer uma importante análise qualitativa. A análise do Projeto Pedagógico da escola, dos documentos oficiais governamentais e dos vários artigos publicados sobre essa temática, substanciou o vasto referencial bibliográfico dessa pesquisa. Nosso referencial empírico se deu por meio das vozes dos alunos da escola prisional, que foram os principais sujeitos da pesquisa.

Foram quatro dias de exposições seguidos, trabalhando nos dois turnos (manhã: 9h00 às 12h00 e tarde: 13h00 às 16h00) para conseguir atender todas as turmas da escola, passando sempre por detectores de metais, revistas rigorosas, interrogatórios e quase sempre sob um olhar desconfiado dos guardas de plantão, mesmo com autorização assinada pelo diretor do presídio, já que não éramos professores da escola. A direção da escola sugeriu que confeccionássemos camisas com uma cor diferente da cor das camisas dos presos, que é branca, com o logo da universidade e título do projeto, a fim de sermos identificados rapidamente na entrada e saída do presídio. Nosso foco principal foi levar experimentos apenas para as quatro turmas do EJA (Ensino médio), mas a pedido da direção da escola decidimos elaborar também alguns experimentos para atender as quatro turmas dos Anos Iniciais (Fundamental I, 1º ao 5º ano) e as quatro turmas dos Anos Finais (Fundamental II, 6º ao 9º ano). Foram confeccionados 19 experimentos de Física e nove de Ciências Naturais, num total de 28 experimentos. Todos os experimentos foram demonstrados pelo coordenador do projeto e dois discentes, que se revezavam na apresentação e explicação aos alunos da escola. Foram dedicados aproximadamente 45 minutos para cada turma, tempo suficiente para demonstrar os experimentos e explicar sucintamente a teoria. O raciocínio das explicações dos fenômenos observados, era sempre construído em conjunto. Ao término da exposição, os alunos puderam manusear livremente os experimentos e observar em suas próprias mãos alguns fenômenos estudados apenas teoricamente. Dentro da sala, durante as exposições, ficavam os alunos da turma agendada para o horário, o respectivo professor da turma, além do coordenador do projeto e os discentes participantes.

Em cada turma da escola tem 20 alunos matriculados, mas o público total nas exposições foi de 100 alunos e tivemos 70 questionários preenchidos. Os motivos dessa diferença são vários: uns precisaram se ausentar antes do término das exposições, sobretudo no turno da manhã, pois trabalhavam na distribuição de alimentos dentro do presídio, outros tiveram que se ausentar por causa de visitas de familiares, advogados, etc. e alguns esqueceram as fichas preenchidas na cela e, por isso, não entregaram ao professor da escola, que ficou responsável de recolher os questionários.



**Figura 1** Fotos tiradas durante as exposições. FONTE: acervo da escola.

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

A Tabela 1 mostra as cinco perguntas do questionário e os resultados de suas avaliações. O resultado da primeira pergunta do questionário mostrou que os alunos gostaram bastante da exposição. Depois de todo quadro de escassez de projetos externos dentro das escolas prisionais debatido anteriormente, esse resultado não nos surpreende, visto que os alunos das escolas prisionais são muito receptivos com projetos desenvolvidos, e não seria diferente com um projeto interativo como o nosso.

Na segunda pergunta os poucos alunos que já participaram de exposições anteriormente, assumiram que foram em suas próprias escolas - todas elas públicas, diga-se de passagem - por meio de feiras de ciências e visitas a museus através de passeios escolares. Isso mostra a relevância da escola pública, sobretudo nas regiões mais carentes, pois na maioria das vezes é o único “braço” do estado que possibilita o acesso à cultura e cidadania dentro das comunidades.

[...] a escola, para todos os alunos, parece constituir, para além de um espaço de ensino, um espaço cultural e social. Na maioria das vezes, é o único e/ou principal espaço público de acesso à informação e à cultura sistematizada (Sousa & Oliveira, 2008).

Na Tabela, de acordo com o resultado da terceira pergunta, notamos que a exposição contribuiu de certa forma para obterem novos aprendizados ou conhecimentos. O fato é que como os experimentos são simples e alguns bem divertidos, os alunos relataram que os confeccionariam para mostrarem aos seus filhos e familiares nos dias das visitas, mostrando que a aprendizagem foi significativa.

No resultado da quarta pergunta, notamos que pouquíssimos alunos já tiveram aulas com experimentos e todas elas ocorram nas escolas regulares em que estudavam antes de serem presos, o que reforça ainda mais a relevância da proposta em levar experimentos simples para uma escola prisional.

O resultado da última pergunta foi a que mais nos surpreendeu positivamente. Isso corrobora com os vários estudos e pesquisas em torno da importância da Educação como ferramenta na ressocialização do aluno detento, e que projetos externos desenvolvidos dentro do ambiente escolar servem para incentivá-los ainda mais.

**Tabela 1-** Questionário fornecido aos alunos que participaram das exposições

<b>Pergunta 1</b>		
<b>Como você avalia a exposição?</b>		
<b>Nº de alunos</b>	<b>Percentual</b>	<b>Avaliação</b>
64	91%	Ótima
6	9%	Boa
<b>Pergunta 2</b>		
<b>Você já participou de alguma exposição antes?</b>		
<b>Nº de alunos</b>	<b>Percentual</b>	<b>Avaliação</b>
13	19%	Sim
57	81%	Não
<b>Pergunta 3</b>		
<b>O evento ajudou a obter novos aprendizados ou conhecimento?</b>		
<b>Nº de alunos</b>	<b>Percentual</b>	<b>Avaliação</b>
69	99%	Sim
1	1%	Não
<b>Pergunta 4</b>		
<b>Já teve alguma aula com experimentos antes?</b>		
<b>Nº de alunos</b>	<b>Percentual</b>	<b>Avaliação</b>
54	77%	Não
16	23%	Sim
<b>Pergunta 5</b>		
<b>Pretende continuar seus estudos quando sair?</b>		
<b>Nº de alunos</b>	<b>Percentual</b>	<b>Avaliação</b>
69	99%	Sim
1	1%	Não opinou

O questionário serviu também para fazer um levantamento dos experimentos que mais chamaram a atenção dos alunos que participaram da exposição. Analisando as respostas dos

questionários notamos que os experimentos de Ciências que os alunos dos Anos Iniciais mais gostaram foram: “Vela que levanta água” e “Líquido que quer ser sólido” e os experimentos de Física que mais gostaram foram: “Foguete de garrafa pet”, “Foguete de curto-circuito”, “Livros grossos entrelaçados” e “Coordenação motora”. O fato de terem gostado desses experimentos está relacionado ao grau de “diversão” que tiveram e, em alguns casos, aos conhecimentos e saberes constituídos ao longo de suas experiências de vida. Como não tiveram ainda os conteúdos teóricos relacionados à maioria dos experimentos, não podemos fazer uma análise sobre o impacto da experimentação na contextualização de conceitos aprendidos nas aulas, mas podemos analisar impacto positivo da exposição em suas vidas; e isso está explicitado nos relatos deles mesmos que estão transcritos mais adiante nesse artigo. De Ciências os alunos dos Anos Finais gostaram mais do experimento: “Tornado de fogo” e de Física gostaram mais dos experimentos: “Foguete de garrafa pet”, “Foguete curto-circuito”, “Cata-vento”, “Coordenação motora” e “Túnel infinito”. A mesma análise que foi feita para os alunos dos Anos Iniciais pode ser feita para os Anos Finais, com exceção para o experimento “Cata-vento”, aonde a maioria demonstrou ter certo conhecimento teórico de energia eólica e suas transformações, alegando terem estudado esse assunto em sala de aula.

De Ciências os alunos do EJA gostaram mais dos experimentos: “Dedo mágico (prato com detergente)” e “Vela que levanta água” e de Física gostaram mais dos experimentos: “Foguete de garrafa pet”, “Foguete curto-circuito”, “Motor elétrico”, “Cata-vento” e “Livros grossos entrelaçados”. Nesse caso, obviamente por serem do Ensino Médio e já terem vistos alguns conceitos abordados nos experimentos, os alunos demonstraram mais conhecimentos teóricos quando se depararam com os fenômenos ocorrendo diante dos seus olhos e, portanto, conseguiram reconhecer melhor os conceitos por trás de cada experimento, fazendo uma relação com a teoria vista em sala. Os mesmos deixaram de ser “apenas” divertidos, passando a serem também importantes ferramentas didáticas na concepção de alguns conceitos teóricos, mostrando o quanto é relevante a introdução de pequenos experimentos na contextualização de alguns conceitos de Física e Ciências, facilitando consideravelmente a aprendizagem.

Cabe ressaltar que todos os experimentos foram custeados pelo coordenador do projeto e doados à escola, além de roteiros com a relação dos materiais de cada um e o assunto explorado pelo experimento, tornando possível a utilização dos mesmos pelos professores da escola com seus alunos durante suas aulas. Numa escola prisional, onde não existe laboratório e quase nunca atividade extraclasse, ter os experimentos é demasiadamente importante, pois poderão servir como auxílio pedagógico para os docentes da escola, tornando suas aulas mais interessantes.

Para além da avaliação dos questionários, e quando as aulas retornarem à normalidade, voltaremos à escola para verificar junto aos alunos, professores e coordenação pedagógica, se o projeto contribuiu para aumentar o estímulo aos estudos por parte dos alunos; se de fato ajudou na compreensão dos assuntos de Física e Ciências Naturais que foram trabalhados; se estão dispostos a estudarem fora do presídio quando saírem e se os professores estão usando os experimentos ou propondo outros. No momento, infelizmente, a situação pandêmica atual no Brasil não nos deixa desenvolver essa etapa da pesquisa. Quando as aulas retornarem na escola prisional, buscaremos essas informações com a equipe pedagógica e alunos. Não encontramos na literatura nenhum projeto similar ao nosso, ou seja, que tenha trabalhado com experimentos

de baixo custo numa escola prisional localizada dentro de um presídio de segurança máxima, o que nos impede de comparar os resultados.

É importante explicitar alguns relatos dos alunos detentos sobre o impacto desse projeto em suas vidas e a contribuição da mesma no aspecto social. Mesmo não tendo espaço nos questionários para escreverem, muitos fizeram questão de registrar suas percepções e visões que tiveram ao participarem das exposições. Os depoimentos demonstraram o agradecimento por levarmos o projeto à escola, reconhecendo que estávamos ali para “ajudar” - após a exposição uma professora me procurou para agradecer a atividade e falar que os alunos adoraram e que ficaram surpresos por conversarmos com eles “olhando” em seus olhos, o que nos deixou ainda mais satisfeitos e emocionados em levar essa pesquisa a uma escola prisional. Muitos relataram a importância que o mesmo trouxe no processo de sua ressocialização e outros enfatizaram o estímulo em continuar seus estudos fora da prisão. Segue abaixo alguns relatos:

**(Aluno 1 dos Anos Iniciais)** “Adorei, foi sensacional esse aprendizado. Obrigado por ter vindo, professor e aluno. Desejo tudo de bom. Um grande abraço. Fica com Deus. Deus é tudo em nossas vidas.”

**(Aluno 2 dos Anos Iniciais)** “Eu achei ótimas as experiências. Gostaria de novas experiências.”

**(Aluno 3 dos Anos Finais)** “Achei muito legal e bem interessante, pois aprendemos a fazer experimentos com matéria prima como fogo, água e materiais recicláveis, é bem importante para nós, pois aprendemos diversas utilidades para materiais que pra muitos parecem apenas lixo, é importante para o nosso planeta, pois aprendendo o valor de cada objeto reciclável também nos conscientizamos a reciclar, e cuidados do meio ambiente.”

**(Aluno 4 dos Anos Finais)** “Eu gostei de todos, acho que deveria ter mais vezes. Deveria ter um projeto para aprendermos a fazer quando sair, para mim foi muito bom.”

**(Aluno 5 do EJA)** “Devia ter mais projetos desse na escola, foi muito bom participar.”

**(Aluno 6 do EJA)** “Precisamos de mais feiras assim, só assim aprendemos que a educação eleva o conhecimento e ajuda na reintegração na sociedade e no mundo de trabalho. A educação muda e ressocializar o ser humano e faz a gente interagir, e nos sentirmos úteis.”

**(Aluno 7 do EJA)** “O projeto ajuda a adquirir novos conhecimentos trazendo assim o interesse de ao se encontrar ressocializador, procurar um conhecimento mais amplo sob o aspecto, pedindo assim o ajuntamento da aula ao qual nos foi dada. Agradeço aos profissionais e alunos ao qual aqui estiveram da universidade.”

**(Aluno 8 do EJA)** “Adorei o projeto, aprendi muitas coisas boas e pretendo da continuidade nos meus estudos e ser alguém na vida lá fora. Que vocês continuem com esse projeto, porque assim vocês irão ajudar muitas pessoas como me ajudou. Que Deus abençoe todos vocês.”

**(Aluno 9 do EJA)** “Eu avalio esta exposição como uma reflexão, um ótimo incentivo a jovens a seguir seus estudos em frente. Esse evento me ajudou a refletir mais e nunca desistir dos meus sonhos.”

**(Aluno 10 do EJA)** “Ótimas exposições, com muito entretenimento e aprendizado, legal demais, aprendi coisas incríveis, fascinante. Gostaria muito de ter outras experiências.”

**(Aluno 11 do EJA)** “Eu gostei muito, achei interessante as exposições, a criatividade foi algo novo para mim, principalmente as partes elétricas que são bem interessantes para nossos estudos e aonde podemos chegar. Muito bom, foi uma ótima experiência.”

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Concluímos ao longo da execução desse projeto que é possível trabalhar com experimentos simples dentro das escolas prisionais, levando aos alunos atividades atrativas que os conduzam ao conhecimento, fazendo-os relacionar a teoria da sala de aula com os fenômenos observados na exposição. Os alunos tiveram a oportunidade de manusear os experimentos, interagindo com os monitores, que são os discentes da graduação, esclarecendo suas dúvidas e alguns até relacionado os experimentos às suas realidades de vida, percebemos com isso que o projeto foi relevante e significativo para todos os envolvidos no projeto, principalmente para os alunos da escola.

A pesquisa abre precedentes para que outros projetos possam surgir nas escolas prisionais, uma vez que a Educação é um dos fatores que mais influenciam na (re)inserção do apenado à sociedade, justificando assim todo o empenho na produção e execução da pesquisa. Portanto, estimular meios de inclusão e permanência de projetos pedagógicos dentro dos presídios, constitui uma valiosa ferramenta de apoio para integração do preso na sociedade. Muitos alunos expressaram com entusiasmo o desejo de seguirem o estudo após deixarem a cadeia, percebendo que a escola pode proporcionar-lhes uma importante alternativa para a mudança de vida que desejam.

Cabe destacar que o apoio recebido pela direção da escola e seu corpo docente foi fundamental para que a pesquisa acontecesse de fato. O diretor mostrou-se muito animado com a possibilidade de levar algo diferente aos seus alunos e apostou no impacto positivo que a exposição traria para toda a escola, onde todas as ações educativas são sustentadas, sobretudo, pelo esforço e compromisso dos professores.

Nossa pretensão é levar essa discussão para o meio acadêmico, principalmente para os cursos de exatas, onde a inclusão da temática dessa pesquisa nas aulas passa muito longe de ser prioridade na formação dos futuros docentes, ou quando é abordada, não recebe a devida importância por parte dos discentes. A inclusão de futuros professores da Educação Básica na rotina de uma escola prisional, numa pesquisa direta e concreta dentro de um presídio de segurança máxima, foi extremamente relevante para a formação dos mesmos, comprometendo-se desde já com uma sociedade livre de preconceitos. Dialogar com todas as esferas envolvidas no âmbito escolar prisional foi muito produtivo e enriquecedor. Portanto, o desenvolvimento da pesquisa, além da parte técnica, teve um viés social e humano presentes desde o início de sua

elaboração, sabíamos que encontraríamos um alunado diferente, porém ávidos por novidades, e foi o que constatamos.

## REFERÊNCIAS

- Andriola, W. B. (2013). Ações de formação em EJA nas prisões: o que pensam os professores do sistema prisional do Ceará? *Revista Educação e Realidade*, 38, 179-204.
- Batista, M. C., Fusinato, P. A. & Blini, R. B. (2009). Reflexões sobre a Importância da experimentação no Ensino de Física. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, 31(1), 43-49.
- Becker, F. (1994). *Publicação: Série Ideias*. São Paulo, Brasil: FDE.
- Brandão, H. H. N. (1999). *Introdução à Análise do discurso*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Brasil. Constituição Federal (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília 5 outubro. Recuperado de: <https://rb.gy/kk80ey>.
- Brasil. Ministério da Educação (2015b). *Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada*. Resolução CNE nº 2 de 1º de Julho. Recuperado de: <https://bit.ly/3lqDiQA>.
- Brasil. Ministério da Educação (2010). *Diretrizes Nacionais para a oferta de educação para jovens e adultos em situação de privação de liberdade nos estabelecimentos penais*. Resolução CNE/CÂMARA DE EDUCAÇÃO BÁSICA nº 2 de 19 de Maio. Recuperado de: <https://bit.ly/3bc6bx5>.
- Brasil. Ministério da Educação (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei nº 9394/1996 de 20 de Dezembro. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Recuperado de: <https://bit.ly/31BYefl>.
- Brasil. Ministério da Educação (2002). Secretaria de Educação Básica. *PCN+ Ensino Médio: Física. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Recuperado de: <https://bit.ly/hyi25>
- Brasil. Ministério da Justiça (2019). *Levantamento Nacional de Informações Penitenciárias*. INFOPEN de Junho de 2019. Recuperado de: <https://bit.ly/31AFxsx>.
- Brasil. Presidência da República (2015). Casa Civil. Lei 13.163, de 9 de setembro de 2015. Modifica a Lei 7.210, de 11 de julho de 1984. Lei de Execução Penal. Institui o Ensino Médio nas penitenciárias. Recuperado de: <https://bit.ly/38hd6n0>.
- Brasil. Presidência da República (1984). Casa Civil. Lei 7.210, de 11 de julho de 1984. *Institui a Lei de Execução Penal*. Recuperado de: <https://cutt.ly/qu57MgL>.
- Bueno, J. G. S. Apresentação. In: Onofre, E. M. C. (Org.) (2007). *Educação escolar entre as grades*. São Carlos: Edufscar, p. 7-9.
- Carminatti, B., & Del Pino, J. (2020). A relação professor-aluno e a afetividade no ensino de ciências do ensino médio: levantamento bibliográfico do cenário educacional brasileiro. *Revista Contexto & Educação*, 35, 148-169.
- Cavalcante, E. C. B. (2011). *Cinema na cela de aula: o uso de filmes no ensino de Biologia para a EJA prisional*. (Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil).
- De Oliveira, J. V. (2017). *O ensino de Ciências e Biologia no sistema prisional: uma busca por temas, estratégias e recursos didáticos*. Monografia. Uberlândia, MG.
- Fonseca, J. J. S. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC.
- Foucault, M. (1986). *Vigiar e punir: História da violência nas prisões*. Trad. Lígia M. Pondé Vassallo. 4ª ed. Petrópolis: Vozes.
- Freire, P. (1997). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro, Brasil: Paz e Terra.
- Julião, E. F. (2010). O impacto da educação e do trabalho como programas de reinserção social na política de execução penal do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Educação*, v. 15, n. 45, p. 529-543.

- Julião, E. F. (2012). *Sistema penitenciário brasileiro: a educação e o trabalho na Política de Execução Penal*. Petrópolis: Editora DP et Alii.
- Marshall, T. H. (1967). *Cidadania, classe social e status*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Nogueira D'ávila, A. R. L. (1999). *Utilização de materiais de baixo custo no Ensino de Física*. Monografia. Faculdade de Ciências. UNESP.
- Onofre, E. M. C. (2016). A prisão: instituição educativa? *Revista Cadernos Cedes*, 36, 43-59.
- Piaget, J. (1973). *Estudos sociológicos*. Rio de Janeiro, Brasil: Forense.
- Pini, F. R. (2019). Educação popular em direitos humanos no processo de alfabetização de jovens, adultos e idosos: uma experiência do projeto MOVA-BRASIL. *Revista Educar Em Revista*, 35, 214479.
- Pereira, G. R.; Silva, R. C. (2010). Avaliação de uma exposição científica itinerante em uma região carente do Rio de Janeiro: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, 3601.
- Portugues, M. R. (2001). Educação de adultos presos. *Revista Educação e Pesquisa*, 27, 355-374.
- Santos, E. A., Souza, D. N., Da Cunha, V. A., Dos Santos D., Tatiana M. & Santos, E. M. (2011). *Contribuições das casas de ciências e tecnologias para a aprendizagem e motivação dos estudantes para a disciplina física*. Atas do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física-SNEF 2011. Manaus, Brasil.
- Sousa, S. Z. & Oliveira, R. P. (2008). Ensino Médio noturno: democratização e diversidade. *Revista Educar Em Revista*, 31, 53-72.
- Velasco, C., Caesar, G., & Reis, T. (2020, agosto 28). Brasil tem 338 encarcerados a cada 100 mil habitantes; taxa coloca país na 26ª posição do mundo. *Portal G1*. Recuperado de: <https://glo.bo/3b3ek4P>.

**MONITORING ABIOTIC FACTORS USING SENSORS AND ARDUINO PLATFORM: A  
SCIENCE CLASSROOM PROJECT**

MONITORIZAÇÃO DE FATORES ABIÓTICOS COM SENSORES E A PLATAFORMA ARDUINO: UM  
PROJETO DE SALA DE AULA DE CIÊNCIAS

SUPERVISIÓN DE FACTORES ABIÓTICOS CON SENSORES Y PLATAFORMA ARDUINO: UN  
PROYECTO DE AULA DE CIENCIAS

**João Silva<sup>1</sup>, Vera Mesquita<sup>1</sup>, Pedro Rodrigues<sup>1</sup>, Rui Teles<sup>1</sup> & António Barbot<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Polytechnic Institute of Porto, School of Education, Porto, Portugal

<sup>2</sup>CIDTFF – Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Portugal  
jvcrs92@gmail.com

**ABSTRACT** | This work was developed with six SEN students, aiming to develop a mechatronic system based on the *Arduino* microprocessor and sensors that measure abiotic factors, such as temperature, light, air humidity and moist soil. This system was used in combination with ICTs as a didactic tool. The students identified some environmental characteristics of a greenhouse, selected several plants and created and installed a sensor circuit, using the *Arduino* platform connected to a computer. This device collects data and activates a water pump to irrigate the plants whenever necessary, and allowed to register whether or not the plants were in the ideal cultivation environment, according to the specifications of their species. Research data was collected through audio recording, photographs, tasks and notes taken by the teachers. This approach allowed a higher level of participation and autonomy of students in the performance of tasks related to the curricular topics of Natural Sciences.

**KEYWORDS:** Arduino, Sensors, ICT, Environment education, Learning Motivation.

**RESUMO** | Este trabalho foi desenvolvido com seis alunos com NEE, com o objetivo de desenvolver um sistema mecatrónico baseado no microprocessador *Arduino* e os sensores associados que medem fatores abióticos como a temperatura, a luz, a humidade do ar e a humidade do solo. Este sistema foi usado em utilizado em combinação com TIC como ferramenta didática. Os alunos identificaram algumas características ambientais de uma estufa, selecionaram várias plantas e criaram e instalaram um circuito de sensores, usando a plataforma *Arduino* conectada a um computador. Esse dispositivo coleta dados e aciona uma bomba de água para irrigar as plantas sempre que necessário, e permitia registrar se as plantas estavam ou não no ambiente ideal de cultivo, de acordo com as especificações de suas espécies. Os dados da pesquisa foram coletados por meio de gravação de áudio, fotografias, tarefas e anotações feitas pelos professores. Esta abordagem permitiu um maior nível de participação e autonomia dos alunos na realização de tarefas relacionadas com os tópicos curriculares das Ciências da Natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arduino, Sensores, TIC, Educação ambiental, Motivação de aprendizagem.

**RESUMEN** | Este trabajo fue desarrollado con seis estudiantes NEE, con el objetivo de desarrollar un sistema mecatrónico basado en el microprocesador *Arduino* y sensores que miden factores abióticos, como temperatura, luz, humedad del aire y humedad del suelo. Este sistema se utilizó en combinación con las TIC como herramienta didáctica. Los estudiantes identificaron algunas características ambientales de un invernadero, seleccionaron varias plantas y crearon e instalaron un circuito de sensores, utilizando la plataforma *Arduino* conectada a una computadora. Este dispositivo recolecta datos y activa una bomba de agua para regar las plantas cuando sea necesario, y permite registrar si las plantas se encuentran o no en el ambiente de cultivo ideal, de acuerdo con las especificaciones de su especie. Los datos de la investigación se recopilaron a través de grabaciones de audio, fotografías, tareas y notas tomadas por los profesores. Este enfoque permitió un mayor nivel de participación y autonomía de los estudiantes en el desempeño de tareas relacionadas con los temas curriculares de Ciencias Naturales.

**PALABRAS CLAVE:** Arduino, Sensores, TIC, Educación ambiental, Motivación de aprendizaje.

## 1. INTRODUCTION

The practices developed throughout this project occurred under a partnership established between a polytechnic institute's school of education and a 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cycles of education school within the county of Porto, in Portugal. The project itself is funded and promoted by the city council named "Projeto SEI" – or Project SSE (Society, School and Innovation) – with the mission of promoting knowledge and scientific literacy. In specific terms, the Project has the objective of (1) promoting the access of children and teens to scientific production and research; (2) promoting greater dissemination of science and research carried out in the city; (3) promoting projects / actions that stimulate education / training throughout life; (4) stimulating close relationships between different entities; and (5) contributing to educational success. This way, a group was formed by trainee teachers and their supervisors, from the polytechnic institute, and a sciences' teacher, from the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cycles of education school, which carried out the sessions that were ensued throughout the project.

The group of pupils encountered within this setting were composed of six, mostly SEN (Special Educational Needs) students, from twelve to fifteen years-old, from different school classes of the same school, that were enrolled in a Science Club-like extracurricular activity, in a formal educational setting, although not directly contributing to the science curriculum. The interventions started in the beginning of the term and occurred once a week, over 6 weeks, until the end of the second term, which meant that there were not possible to continue or evaluate the effects of the intervention both with the students and the project itself.

The interventions carried out in the educational context were planned in order to approximate the contents of the students involved to the curriculum contents related to abiotic factors, as well as to the use of technologies at the service of academic research. The problem that proved to be the motivation for the project's implementation was identified as the need to link technologies with the abiotic factors present in the science curriculum to promote learning in both aspects: the manipulated resources and the explored curriculum contents. From the identified problem, two questions arose: the first, "Is the *Arduino* platform, combined with computers, an epistemic resource when working with middle school students?"; and the second being "What contributions can this contextualization of ICTs bring to students' involvement in science classes?".

The project presented in this text had the aim to avail the existing technological resources in the educational setting and to make progress of the "already existing student's skills within these resources" (Silva, et al., 2020) and put them to use within a problem identified by the students in their educational context: the need to irrigate plants in the pedagogical garden when there isn't no one around to do it taking, for example, during the school breaks and during the summer holidays. This objective emerges as there is an increasing need to promote scientific literacy, computational thinking as other skills concerning technological research and advancement in order to ensure that students "acquire a wide range of tools or capabilities that will allow them to thrive in an increasingly complex global job market" (Milligan, et al., 2020).

## 2. FRAMEWORK AND CONTEXT

Sensors are typically used as an extension of human senses (Magnani, 2004) and ubiquitous electronic sensors of our everyday devices influence the way we feel and understand the world. *Arduino*, created in 2005, became popular for its features as an open-source prototyping platform based on easy-to-use hard-ware and software (Arduino, 2018) that allows easy and accessible use of electronic sensors.

A Scientific and Technological context is a learning environment in which we can use a daily situation to be reconstructed in the classroom, or observed in the field (Redish, 2003). When students work in learning environments close to the real world, we are creating conditions that allow them to establish the connection between real concepts and simple phenomena (Lopes, et al., 2009). Considering all the environmental problems arising in our society, it is important to connect scientific and technological education with environmental awareness (Santos, 2008). The main objective of this work is to research and create instruments closer to the students' reality, that combine a significant scientific education with the use of ICT, namely with *Arduino* and electronic sensors, to monitor some of the abiotic parameters that affect plant growth.

The teachers involved in the project came across a group of students with Special Educational Needs (SEN) who were described by the teachers as lethargic and / or apathetic. It became a real challenge to motivate this group of students as they were not interested in the themes and subjects that they were learning at the time. Regarding this situation, Gibson's words (in Rowan & Bigum), "the future is here. It's just unevenly distributed" (Rowan & Bigum, 2012), captures the scenario in which some students are seen as disengaged and left feeling alienated by a world that has been greatly altered by computers, but "unchanged in the ways in which factors such as gender, economy, culture identity, disability and location continue to impact educational success or failure" (Rowan & Bigum, 2012). As the world changes around computers, these technological advances must meet the needs of this same world and, in this case, the needs of education. As novelty serves to attract students' attention, the primary approach was to try to instil the feeling of curiosity and the need to experiment with the gadgets that teachers would bring to the classroom. The second stage would be to try to connect an existing problem with the resources that would be manipulated, integrating knowledge, values and actions from different domains to innovate (Larkley & Maynard, 2008).

Innovation requires creativity, resources and variety and implies interdisciplinarity and transdisciplinarity for success (Larkley & Maynard, 2008). This became a key factor for the progress of the project, regarding the diversity of learning opportunities that were given to students throughout the various sessions. The previous one implied that the project should have a contribution from several disciplines, from science and mathematics to the arts and design, oral communication and other areas of knowledge, while the students did not know that they were, in fact, using these subjects in service the type of problem-solving situation they faced. The aim would be to build a kind of "cat and mouse" game in which students constantly try to find answers to the problem they are facing, as well as to the subsequent problems that arise soon after, to continue to feed their curiosity and, consequently, the willingness to actively participate in the project.

The activities mentioned are needed to develop problem solving skills and to enhance the mental ability to make logic within the various problems that should arise in the future, bringing

children closer to the capability “oriented to the understanding of how the world works” declared by the values of computational thinking referred by Denning & Tedre (2019). These skills ought to prove to be useful in the future when facing the “challenges of the job market of tomorrow [with future workers having to] relate a set of skills that, interconnected, will develop an appropriate posture towards the problems that are yet to emerge (Silva, et al., 2020).

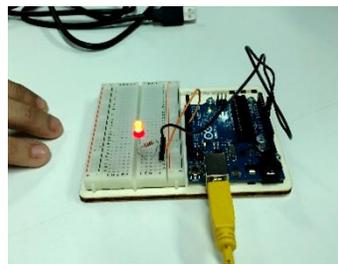
For this to happen, Brito & Suárez (2001) state that one must develop “practices that suit the curriculum and promote learning improvements in students” being that from “problematization” and “reflexive strategies to answer various problems”. This leads to the reflection of the teacher’s role in the succession of tasks and activities leading to the contribution of promoting the skills referred. In that way, the teacher has the task of involving the students and bringing them closer to “stimulating elements [that] awaken the students’ interest not only to the discussions regarding the specific Sciences’ subjects, as for being aware of the necessity of its continuous development” (Malheiro, 2016).

### 3. EDUCATIONAL PRACTICE’S DESCRIPTION AND ITS IMPLEMENTATION

Having previously outlined the main objective of these interventions among the teachers involved, introductory sessions were held where students could get in touch with simple circuits, constructed with a 9v lamp and a 9v battery to light the lamp to measure the energy capacity of the batteries used in the previous exercise, a voltmeter was used, which allowed us to compare the voltage in the battery information and the output that was given. At the end of this session, students were shown the *Arduino* sensor, as well as some of its components, light emitting diodes (LED) and resistors, to mimic the lamp circuit. With the support of the official *Arduino* software, and simple code provided by the teachers, the participants were able to manipulate the LEDs and to turn them on and off in a certain period of time.



**Figure 1** Turning on a lamp with a 9v battery (simple circuit)

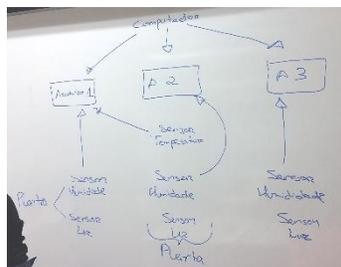


**Figure 2** Turning on a LED with the *Arduino* board

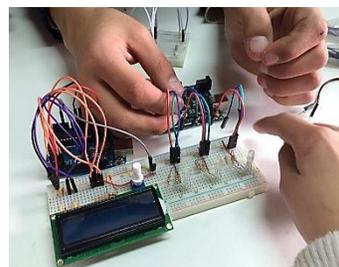
In the 2nd session, the teachers brought some inexpensive light and soil moisture sensors, consisting of two nails for the humidity sensor and a photoresistor for the light sensor and a model plant for testing purposes, a bonsai plant elm tree, which would later be added to the project as a control subject. For these sensors to work, it became necessary to build and connect some extra components, composed of a test plate and jumper wires that allow the sensors to be connected to the *Arduino* board, without having to solder. With teacher supervision and guidance, students were able to create a simple circuit board to start connecting the sensors. The Light Dependent Resistor (LDR) sensor was attached to the top of the bonsai plant and the nails (soil moisture sensor) were attached to the soil of the plant's pot. With the sensors and the *Arduino* board

connected to the board, the Arduino was then connected to a computer, in which, with the aid of the Arduino software and a code pre-configured by the teachers, the students were able to evaluate the results provided by the monitoring soft-ware. At the end of this session, the students were taken to the pedagogical garden, located in the school itself, in order to measure abiotic factors with sensors in different types of plants, which would lead to the main theme of the project.

As the students understood the subjects related to electricity and circuit connections, a debate was triggered with the whole group, in order to start the construction of the self-monitoring central mechanism. The group then decided to use three *Arduino* boards, which would be used to connect seven analogue sensors: three light sensors (photoresistors), three soil moisture sensors and a humidity and temperature sensor (DHT22). For the information provided by the sensors, it was decided to use three RGB LEDs (red, green and blue) for the light sensors, three yellow LEDs for the soil moisture sensors and an LCD for the humidity and temperature sensor. The water pump would be added later, so that it could be used as an automatic watering can, supplying water when necessary to the plant. The group decided where the sensors would be placed and how the information would be provided to the user. The students had access to the components and started to connect them, without worrying about coding yet. The only thing



**Figure 3** Project's schematics drawn on the board



**Figure 4** Connecting the LEDs to the LCD

left to complete the first stage of the project was to designate the two plants to monitor abiotic factors (the third being the elm bonsai). This was done with another visit to the pedagogical garden, where the group chose a water demanding plant, a plant that requires water, and a cactus, a plant with little need for water.

After making the connections inside the test plate, the students then proceeded to fix the sensors on the plants, following the same procedure as in the 2nd session: fixing the LDR sensors on top of the plants and the soil moisture sensors fixed to the soil of the plant pots. The DHT22 sensor was connected directly to the assay plate, as it could measure air humidity and



**Figure 5** Building the circuit board on the breadboard



**Figure 6** Measuring soil humidity with two nails

temperature in the area where the plants were placed. The water pump would be added later, after the construction of the box where the *Arduino* boards and their components would be placed, to make it easier to organize. The box was made with coloured popsicle sticks, cork for the bottom and acrylic for the top, so that the components could be seen by the user. The water pump was then placed inside the box with a water reservoir on the outside, completing the 2nd stage of the project.

The 3rd and final stage of the project would culminate with data entry on the computer, using the official *Arduino* software, where students were guided through-out the process, understanding the code and what purpose it would serve, although more complicated parts of the code had been written by teachers. The code was then calibrated to meet the needs of the light and water plants.

In the last session, with the completion of the project, students were able to explore the information provided by the sensors, manipulate and examine, concluding the effects that abiotic factors have on each plant, given their needs.

#### **4. IMPLEMENTATION'S EVALUATION OF THE PRACTICE AND MAIN RESULTS**

Considering the fact that the research took place in a school where there is a pedagogical garden, students felt a very clear and understandable concern about how they would irrigate their plants during summer holidays. They were, therefore, aware of the existence of the problem and interested in contributing to the creation of a solution. Their interventions were adequate and appropriate and a stimulating knowledge sharing environment was created.

In the scope of the first two sessions, students were able to understand, with some experimental activity, how simple electrical circuits work and how to use *Arduino* software to create a similar circuit that can be programmed. This first approach to this software was important so that students could observe its potential, as well as the ways to interact with it and allowed students to realize how easy and exciting it is to use this software.

The next task was to understand the importance of collecting data on abiotic factors, such as water, light and soil moisture, in order to develop a technology mechanism that solves the irrigation problem. Therefore, in the second session, it was proposed to the students to verify, using a plant, the data collected by placing some sensors. This activity made the students understand that using sensors in plants was similar to "having plants with a USB port that allows talking to the computer", as evaluated by one of the students.

In the fourth session, the students were excited to create a tool that would allow them to understand when they should open the windows to increase the luminosity collected by the plants (this would be necessary "as soon as the light (RGB LED) turns red the plant is in the dark and cannot grow", concluded some students), when they should irrigate, the moment the humidity sensor in the soil turns on the yellow LED and to know if the greenhouse was too hot or too cold. In the meantime, the group could also experiment with the response that the LEDs gave by blocking the light manually and assessing that the lights turned blue, as one student stated "Light! Blue, ok! Blue, ok!", followed by another colleague that suggested "If you cover here, it becomes red.". Having done the experiment, the first one concluded: "Yeah, now it's red!".

In the last session, all students seemed anxious to create an “electric water can” that would not turn on at the scheduled time, but when the plant needed to be watered. Concerning this event, a student asked the group if she could “go on vacation and water the plants at distance”, which was promptly answered by another student that it would be possible, as that objective was the very reason why they were doing this project. This is an example as to why establishing a connection between school-based projects and real-life problems, creates meaning in the student’s minds. The students were also able to experience first-hand how the signals changed when performing actions that would alter the plant’s state. In one instance, a student asked: “I want to see the lights! If we water it (the plant), will they (the LEDs) change?”, having the teacher answered positively, as “when the plant does not need water anymore, the light would turn off: “And it only comes back on when it (the plant) needs it (water) again.

Even though none of the students or the even the project teacher had ever come in contact with the *Arduino* software before, all of them seemed to enjoy the activity and easily understand the relationships between the data collected by each sensor, the message sent to the programmed software and the “reaction” seen in the box where the lights were installed and connected to the software.

Although there is still some resistance in schools to use technological resources, either due to lack of economic resources or because the teacher is not comfortable with the use of ICT software, it was noticeable that students became more interested in learning, experimenting and reflecting on the themes and ideas arising from this work. It was perceptible that students learn more easily and significantly when the subject is close to reality and related to their lives and problems and when the subject is addressed from a perspective of experimentation and validation.

The main objective of this sequence of sessions was to respect the students’ learning time in order to increase their instant span and attention. Regarding the students’ involvement, it was clear that their interaction was fluent and frequent and they always appeared to be focused and committed to the project and its purpose.

## **5. CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS**

Considering that students in this project were considered unmotivated and not participating in the classes, and that they, on the other hand, were so predisposed to learn new technologies and to program some software to achieve their goals, it is possible to realize that the *Arduino* software, together with some field work, promoted interest, motivation, involvement, participation and attention on the whole group. There seem to be numerous advantages to using *Arduino* software in classes for teachers and students, as it can provide teachers more diverse and motivational strategies or methods that increase student involvement in the learning process. All students were interested and motivated to learn curricular content, such as abiotic factors and plant needs meanwhile checking the objectives defined for a good learning environment within a science classroom, “to scientifically explain phenoms, to evaluate and conceive scientific investigations, to scientifically interpret data and evidences” (Lourenço, et al., 2019).

As for the project itself, it seemed that the use of the chosen software made way for children with SEN, especially with attention deficit disorders, to become more interested,

motivated and, above all, focused on the learning process with a desire to be part of it. They always wanted to do things by themselves, especially when connecting wires or sensors or when watering was involved. Classroom environment was clearly one of true knowledge sharing, thoughts or beliefs and all students always seemed to want to share their conclusions with their classmates, in order to demonstrate knowledge on the subject. Teachers and students had an active participation in the teaching and learning process. It was easily understood that the use of an interactive program with children with SEN, and probably also with others, results in a better learning and sharing environment.

Regarding our first research question, “Is the *Arduino* platform combined with computers an epistemic resource when working with middle school students?”, it becomes understandable that, both the teacher and the students have understood the potential of this technology, regarding the use of *Arduino* Software to solve daily problems encountered and brought to class by students. As said before, there was even a student who defined the project's objective as “to develop a plant with USB input in the roots, leaves and flowers, transmitting the needs of the plant to a talking computer”.

Concerning the second question mentioned, “What contributions can this contextualization of ICTs bring to students' involvement in science classes”, fun and astonishment regarding the participation of students in the project was constantly observed during the sessions, using their restricted knowledge in ICT and his knowledge in science to develop a procedure to solve his problem, which was like watering his green-house plants during the summer holidays.

With all of the above, it seems obvious that by investing in classes with more diverse resources and creativity, it is possible to involve students in their learning experience. The results led also to the assumption of the importance school principals and education ministers have, in supporting and financing these activities and to value all the positive, diverse and dynamic aspects of classroom work. It is possible to confirm that the use of ICT with students with SEN will provide them with greater involvement and wisdom.

Projects like the one described here, allow students to communicate, share ideas, plan, deal and solve detected problems. *Arduino* software proved to be a good un-structured ICT resource that complements and facilitates the promotion of academic skills in children with or without SEN. This software and science project promoted interaction and autonomy, increased students' attention and concentration and facilitated a better contribution to problem solving, leading to the reflexion that “to do, to teach, to learn and to communicate within science implies the use of technology” (Paiva, Morais, & Moreira, 2015).

Finally, with regard to the fun and enthusiasm of students described by teachers as lethargic or disinterested, it showed us that teachers must always develop new strategies that “encompass various strategies or resources to purposefully motivate and further promote knowledge production” (Stroupe, Moon & Michaels, 2019). In other words, to face the fear of failure to innovate and produce knowledge, so that children and students look forward to going to the classroom in order to maintain and develop their projects and enhance shared knowledge.

Within this context, ICTs present themselves as an axis connecting different curricular subjects (Flores, Peres & Escola, 2010), which are fundamental to the teaching and learning process, namely the learning by learning - since these epistemic tools act as mediation instruments to the construction of knowledge. These tools, digital and interactive, are familiar to

the 21st century generations, used not only as an end, but as a means for the acquisition and development of skills (Cachapuz, Sá-Chaves & Paixão, 2004). In addition, it shows itself as an integral part of everyday life, solving problems and opening opportunities, so they are indispensable tools for the teaching and learning process, encouraging motivation and changing the ways of learning, thinking and modelling to learn (Flores, Escola & Peres, 2009).

As Nóvoa (2007) emphasizes, technologies should reinforce the role of the teacher and its ability to respond to unforeseen situations in school daily life, assisting the search for new pedagogical conceptions and practices, keeping teaching alongside the advancement of his own society and the children themselves. ICTs then reveal themselves as a pedagogical tool that provides an interactive environment, helping the teacher to create a practice that is both more dynamic and conducive to the construction of knowledge.

## REFERENCES

- Arduino (2018). Guide Introduction, accessible at: [<http://arduino.cc/en/Guide/Introduction>], last accessed 2021/01/20.
- Brito, A., & Suárez, D. (2001). *Documentar la Enseñanza*. Buenos Aires.
- Cachapuz, A., Sá-Chaves, I., & Paixão, F. (2004). *Saberes Básicos de todos os Cidadãos no Século XXI*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação (Estudos e Relatórios).
- Denning, P. J., & Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. Cambridge: The MIT Press.
- Flores, P., Escola, J. & Peres, A. (2009). A tecnologia ao serviço da educação: práticas com TIC no 1.º ciclo do ensino Básico. In P. Dias, F. Varela, S. Bento, A. Osório & A. Ramos (Orgs.). *O digital e o currículo. In VI Conferência Internacional de TIC na Educação – Challenges* (pp. 715-726). Braga: Universidade do Minho.
- Flores, P., Peres, A., & Escola, J. (2010). Competências e Saberes na nova era digital: exemplificação no 1º Ciclo do Ensino Básico. In V *Colóquio Luso-brasileiro: Questões Curriculares/ Debater o currículo e os seus campos – políticas, Fundamentos e Práticas* (pp. 2708-2719). Porto: Universidade de Psicologia e Ciências da Educação do Porto.
- Larkley, J. & Maynard, V. (2008). *Innovation in Education*. Nova Publishers, 12.
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., Silva, A. A., Tavares, A., Cunha, A. E., Pinto, A., Santos, C., Viegas, C., Saraiva, E. & Branco, J. (2009). *Como potenciar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das ciências físicas Ferramenta de ajuda à mediação (3 de 5)*. Universidade de Trás-os-Montes e Vila Real, Vila Real.
- Lourenço, V., Duarte, A., Nunes, A., Amaral, A., Gonçalves, C., Mota, M., & Mendes, R. (2019). *PISA 2018 - Portugal. Relatório Nacional*. Lisboa: Instituto de Avaliação Educativa, I. P..
- Magnani, L. (2004). Reasoning through doing. Epistemic mediators in scientific discovery. *Journal of Applied Logic*, 2(4).
- Malheiro, J. (2016). Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *ACTIO*, 1(1), 108-127.
- Milligan, S. K., Luo, R., Hassim, E., & Johnston, J. (2020). *Future-proofing students: What they need to know and how to assess and credential them*. Melbourne Graduate School of Education, the University of Melbourne: Melbourne.
- Nóvoa, A. (2007). *Nada substitui o bom professor. Desafios do trabalho do professor no mundo contemporâneo* (pp. 5-20). Vila Clementino: Sindicato de Professores de São Paulo.
- Paiva, J., Morais, C. & Moreira, L. (2015). *O multimédia no Ensino das Ciências: Cinco anos de investigação e ensino em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Redish, E. (2003). *Teaching Physics with the PhysSics Suite*. John Wiley & Sons, Inc., USA (2003).

- Rowan L. & Bigum, C. (2012). Transformative Approaches to New Technologies and Student Diversity in Futures Oriented Classrooms: Future Proofing Education. *Springer Science & Business*, 8.
- Santos, W. (2008). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino* (ISSN 19808631), 1.
- Silva, A., Silva, J., Gouveia, C., Silva, E., Rodrigues, P., Barbot, A., Quintas, A. & Coelho, D. (2020). Science education and computational thinking – adapting two projects from classroom learning to emergency distance learning. *International Journal on Lifelong Education and Leadership*, 6 (2), 31-38. DOI: 10.25233/ijlel.803552.
- Stroupe, D., Moon, J. & Michaels, S. (2019). Introduction to special issue: Epistemic tools in science education. *Wiley Science Education*, 1-4.

**DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO ENSINO SUPERIOR: ARTICULAÇÕES  
ENTRE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA**

CHALLENGES OF SCIENCE EDUCATION IN UNIVERSITIES: EXCHANGES BETWEEN TEACHING,  
RESEARCH AND UNIVERSITY EXTENSION

RETOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: VÍNCULOS ENTRE  
DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

**Leonardo Maciel Moreira**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil  
leo.qt@hotmail.com

**RESUMO** | Uma das finalidades do ensino superior no Brasil é a formação inicial e continuada de profissionais. As universidades públicas brasileiras desenvolvem ações de ensino, de pesquisa e de extensão universitária e isso tem exigido que os professores universitários sejam capazes de articular demandas de natureza diversificada. O objetivo desse texto é apresentar uma prática em educação superior que visa favorecer a formação inicial e continuada em articulação com o ensino, a pesquisa e a extensão universitária, e possibilitar ao professor universitário trabalhar com essas demandas de maneira mais orgânica. Trata-se de uma prática de educação formal no ensino superior (projeto de longa duração), em educação em ciências, em consonância com reflexões e proposições do Movimento ArtScience, STEAM education e CTS-Arte, bem como com a alfabetização científica. Os principais resultados dessa prática são a aprendizagem de conteúdos atitudinais e procedimentais pelos estudantes e a organicidade de demandas do professor universitário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em ciências, Formação inicial, Formação continuada, Professor universitário, Teatro de temática científica.

**ABSTRACT** | One of the purposes of college in Brazil is the initial and continuing training of professionals. Brazilian public universities develop teaching, research and university extension actions and this has required from professors be able to articulate demands of a diversified nature. The purpose of this text is to present a practice in college that aims to favor initial and continuing education in conjunction with teaching, research and university extension, and to enable professors to work in a more organic way. It is a practice of formal education in college (long-term project), in science education, in line with reflections and proposals from the ArtScience Movement, STEAM education and CTS-Arte, as well as with scientific literacy. The main results of this practice are the learning of attitudinal and procedural contents by students and the organicity of demands of professors.

**KEYWORDS:** Science education, Initial training, Continuing education, Professor, Science theatre.

**RESUMEN** | Uno de los propósitos de la educación superior en Brasil es la formación inicial y continua. Las universidades públicas desarrollan acciones de docencia, investigación y extensión universitaria y esto ha requerido que los profesores universitarios sean capaces de articular demandas de carácter diversificado. El propósito de este texto es presentar una práctica que tiene como objetivo favorecer la formación que une la docencia, la investigación y la extensión universitarias, y capacitar al profesor universitario para trabajar de una manera más orgánica. Es una práctica de educación formal en la educación superior (proyecto de largo plazo), en la educación científica, en línea con las reflexiones y propuestas del Movimiento ArtScience, la educación STEAM y CTS-Arte, así como con la alfabetización científica. Los principales resultados de esta práctica son el aprendizaje de contenidos actitudinales y procedimentales por parte de los estudiantes y la organicidad de las demandas del profesor universitario.

**PALABRAS CLAVE:** Educación científica, Formación inicial, Formación continua, Profesor universitario, Teatro de ciencia.

## 1. INTRODUÇÃO

A educação superior no Brasil visa a formação inicial e continuada de profissionais e o desenvolvimento do pensamento reflexivo e científico. A fim de alcançar essa finalidade universidades públicas reúnem esforços para congregar suas atividades no tripé ensino, pesquisa e extensão universitária. Espera-se que a articulação entre essas três frentes possa resultar em formação de excelência, auxiliando estudantes de graduação e de pós-graduação na aprendizagem de conhecimentos, de competências e de habilidades. Contudo, apesar de avanços ocorridos nos últimos anos, ainda há dificuldades em se efetivar, na prática, articulações entre ensino, pesquisa e extensão universitária. E, por outro lado, essa prerrogativa tem exigido dos docentes muitas demandas, de natureza diversa, próprias de cada uma das bases do tripé, o que pode resultar em um excesso de tarefas.

O objetivo desse texto é apresentar uma prática de educação formal no ensino superior, em educação em ciências, configurada como projeto de longa duração. Essa prática vem sendo realizada há 8 anos e intenciona favorecer a formação de graduandos e de pós-graduandos, e exemplifica a possibilidade de articulação entre o ensino, a pesquisa e a extensão universitária, além de ilustrar uma organização mais orgânica de demandas do professor universitário. Ela fundamenta-se no contato entre ciência e arte, ecoando reflexões e proposições do Movimento *ArtScience*, da *STEAM education* e do CTS-Arte, bem como em prerrogativas de uma educação em ciências comprometida com a alfabetização científica. Em nossa aproximação com a arte, a linguagem artística contemplada é o teatro, modalidade que pode ser denominada de teatro de temática científica.

Primeiramente apresentaremos uma síntese da finalidade e do contexto da educação superior no Brasil a partir da perspectiva de universidades públicas e explicitaremos o arcabouço teórico que sustenta nossa prática. Depois detalharemos a explicação da prática em si, especificando sua lógica, etapas e organização. Por fim, mostraremos os principais resultados e impactos dessa prática na formação de graduandos e pós-graduandos, bem como na organicidade das tarefas do docente.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

A Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, e a lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394, de 1996, instituem que no Brasil a educação superior tem como finalidades a formação inicial e continuada de profissionais, o estímulo à criação e à difusão da cultura, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo, visando o conhecimento e a resolução de problemas mundiais, nacionais e regionais, de maneira a contribuir para o desenvolvimento da sociedade. No intuito de concretizar essas intenções as universidades públicas brasileiras desenvolvem ações em torno de três eixos: o ensino, a pesquisa e a extensão universitária.

As primeiras atividades de extensão universitária no Brasil ocorreram na Universidade de São Paulo, em 1911, e na Escola Superior de Agricultura e Veterinária de Viçosa e na Escola Agrícola de Lavras, em torno de 1920 (Soares, et al., 2010). Nesse primeiro momento, a extensão universitária era entendida como uma ação de divulgação de atividades técnicas e científicas por meio de cursos e conferências, conforme Decreto Lei nº 19.851, tendo certo

caráter assistencialista. Com o passar do tempo, o entendimento sobre esse tipo de atividade foi sendo modificado, tornando-se mais complexo (Gonçalves, 2015), e no ano de 2010 o Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras conceituou a extensão universitária como “processo interdisciplinar educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre universidade e outros setores da sociedade” (FORPROEX, 2010, p. 15). A extensão universitária passa a ser regida pelas diretrizes interação dialógica, interdisciplinaridade e interprofissionalidade, indissociabilidade ensino-pesquisa-extensão, impacto na formação do estudante e impacto na transformação social. Essa conceituação procura estimular equidade e intercâmbios entre sociedade e universidade e promover transformação social, bem como enfatizar a importante contribuição para a formação de graduandos e de pós-graduandos. Nessa perspectiva, de acordo com Santos (2012), o ensino universitário se destina à formação de profissionais de nível superior, a pesquisa científica está voltada para a produção de novos conhecimentos e à extensão universitária cabe a articulação da universidade com a sociedade, de maneira que aquilo que ela produz não fique restrito apenas ao espaço acadêmico.

É na articulação entre esses três eixos que as universidades públicas brasileiras desenvolvem seu cotidiano. Entre os dias, vez ou outra, emerge o debate sobre se o tripé ensino, pesquisa e extensão universitária seria um atributo da universidade enquanto instituição, ou se dever ser uma articulação de cada docente, técnico e estudante, reunidos em grupos com interesses similares (Gonçalves, 2015; Souza, et al., 2019). Fato é que diversas ações, ora iniciadas como atividade de ensino, ora como atividade de pesquisa, ora como atividade de extensão universitária, têm sofrido transformações ao longo do tempo de maneira a contemplar o tripé. De um lado esse movimento favorece formação de qualidade e de excelência para estudantes de graduação e de pós-graduação e o atendimento a demandas sociais, e de outro pode tornar mais orgânico para o professor universitário o atendimento a demandas de naturezas tão distintas.

Entretanto, há relatos de dificuldades por parte dos docentes universitários em desenvolver suas atividades profissionais articulando ensino, pesquisa e extensão universitária (Tauchen & Fávero, 2011; Neves & Malta, 2014). Em geral, os eixos ensino e pesquisa tradicionalmente são os mais desenvolvidos, já o eixo extensão universitária enfrenta entraves decorrentes de diversos fatores, dentre eles a pouca compreensão do que caracteriza a extensão universitária e de como realizá-la, o pouco estímulo institucional (comparando com os aportes direcionados ao ensino e à pesquisa), falta de pessoal, rigidez curricular e da estrutura administrativa, o pouco tempo e estudantes que precisam trabalhar. Contudo, nas últimas décadas o lugar de importância da extensão universitária para o atendimento das demandas sociais e para formação de graduandos e de pós-graduandos vem sendo reconhecido cada vez mais, explicitando o papel formativo dessa atividade.

Assim é que diversas políticas públicas foram desenvolvidas nas últimas décadas no intuito de estimular, fortalecer e institucionalizar as atividades de extensão universitária. Algumas delas são a Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional 9.394/96, a lei que aprova o Plano Nacional de Educação (nº 13.005/2014) e a resolução nº 7 de 18 de dezembro de 2018, na qual o Conselho Nacional de Educação estabelece Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação. O valor da extensão universitária como espaço formativo diferenciado para o estudante de graduação tem sido cada vez mais reconhecido pela academia.

Nesse cenário a Universidade Federal do Rio de Janeiro, instituição em que o projeto aqui descrito é desenvolvido, desempenha um papel de pioneirismo ao instituir a atividade de extensão universitária como obrigatória em todos os cursos de graduação a partir do ano de 2013 (resolução CEG nº 02/2013). O desafio posto, então, passa a ser o de garantir uma formação profissional de nível universitário em acordo com as diretrizes de formação das diversas profissões, tendo como caminho para essa formação vivências no âmbito do ensino, da pesquisa e da extensão universitária. O objetivo desse texto é apresentar uma prática profissional em educação universitária que visa favorecer a formação inicial e continuada em articulação com o ensino, a pesquisa e a extensão universitária, e possibilitar ao professor universitário trabalhar com essas demandas de maneira mais orgânica.

A prática profissional aqui descrita desenvolve-se por meio de um projeto, denominado de Projeto Ciência. Ela fundamenta-se na ideia de extensão universitária como processo educativo, cultural e científico, e contempla a articulação entre o ensino e a pesquisa, de maneira a possibilitar uma interação transformadora entre universidade e sociedade. Entende-se que a extensão universitária configura-se como via de mão dupla, na qual a população não-universitária tende a se modificar pelo contato com os conhecimentos produzidos na academia, e os acadêmicos, docentes e discentes, têm a oportunidade de refletir e reelaborar a práxis do próprio conhecimento acadêmico. Essa troca de saberes acadêmicos e populares contribui para a produção de um conhecimento mais elaborado, resultante do confronto com a realidade regional, bem como possibilita a democratização do conhecimento acadêmico e a participação da comunidade na atuação da Universidade. A finalidade desse projeto é criar e manter um Grupo de Teatro Universitário visando à divulgação artística e científica, bem como a discussão sobre temas na interface entre ciência, sociedade e meio ambiente.

O Projeto Ciência fundamenta-se em discussões sobre a articulação entre Ciência e Teatro. A proficuidade da relação Teatro e Ciência (Moreira & Marandino, 2015; McKinley-Hicks, 2020) reside na possibilidade de se conhecer a ciência para além dos seus conceitos ou experimentos, focalizando uma abordagem mais humanista. Cientistas podem ser desnudados em seres humanos, com suas emoções e conflitos, e os experimentos podem ser contextualizados, conhecendo-se os interferentes sociais que influenciaram nas grandes descobertas científicas. Nessa mesma perspectiva, seria problematizado o papel do cientista na sociedade, e sua imagem, questões a respeito do sentido da vida e do mundo e os dilemas éticos, políticos, religiosos e históricos relacionados à ciência. Essa possibilidade traz consigo a perspectiva adicional de abordar o aspecto emocional, já que os textos científicos não incluem a emoção da descoberta, a paixão pelo fazer científico e, por isso, não emocionam.

O cenário das discussões sobre articulações entre ciências e artes tem evocado algumas reflexões sinalizadas por Snow (1995) em sua Palestra Rede, em 1959, quando houve problematização da suposta existência de duas culturas, uma científica e outra humanística. A primeira marcada pela razão e a objetividade, a segunda caracterizada pela emoção e a subjetividade. Ainda hoje a contraposição da ciência à arte habita o senso comum. A manutenção dessa dicotomia tende a difundir percepção simplista desses dois construtos humanos. Na perspectiva do filósofo austríaco Fischer (2014), tanto a ciência quanto a arte têm a função de auxiliar na absorção do mundo, de investigá-lo. Conquanto adotem caminhos diferentes, elas possibilitam aos seres humanos um maior conhecimento sobre a natureza e sobre si.

A interseção entre ciência e arte é a proposta do Movimento *ArtScience* (cienciarte), no qual esses dois construtos são reconhecidos como processos de exploração e de invenção dos seres humanos e estimuladores de criatividade (Root-Bernstein, et al., 2011). Ela sugere o pensar soluções para problemas cotidianos enfrentados pela humanidade de maneira criativa. Entre os diferentes pesquisadores em cienciarte, Siler (2011) aponta etapas de um método: i) criar conexões entre coisas aparentemente não relacionadas; ii) descobrir e explorar os significados e implicações das conexões por meio de investigação criativa; iii) inventar e inovar, fundamentando-se no que foi construído na etapa 2; e iv) aplicar as invenções e inovações a fim de chegar a resultados tangíveis. E Root-Bernstein & Root-Bernstein (2001) apresentam treze categorias cognitivas promotoras da criatividade: observar, evocar imagens, abstrair, reconhecer padrões, formar padrões, estabelecer analogias, pensar com o corpo, ter empatia, pensar de modo dimensional, criar modelos, brincar, transformar e sintetizar. Importante destacar o Manifesto *ArtScience* (Root-Bernstein, et al., 2011), o qual advoga em favor de maior articulação entre as áreas artísticas e científicas, tendo em vista que o futuro da humanidade depende de pessoas criativas, e elenca dezessete tópicos acerca das características, dos benefícios e dos desafios de se trabalhar com cienciarte.

A aproximação entre ciências e artes também está na proposta da *STEAM education*. O acrônimo STEAM refere-se aos termos *science, technology, engineering, art e math*. STEAM é uma derivação de STEM (*science, technology, engineering e math*), uma estratégia de educação proposta pelo governo dos Estados Unidos da América a fim de preparar seus cidadãos e suas cidadãs para viverem em uma socioeconomia global. Um currículo consonante com o STEM estimula a integração de conhecimentos científicos, técnicos, matemáticos e de engenharia, por meio de atividades em grupo e investigações experimentais. O intuito é o de desenvolver pessoas capazes de tomar decisões fundamentando-se em diretrizes como eficiência, qualidade ambiental, uso de recursos e segurança nacional. A inserção das artes nessa proposta é creditada a pesquisadora Georgette P. Yakman, que tem estudado e desenvolvido atividades articulando formalmente ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática, de maneira a contribuir para a vivência em uma socioeconomia global. O papel das artes e humanidades é o de atuar não só no desenvolvimento cognitivo, mas também no desenvolvimento emocional, do pensamento crítico, de habilidades para soluções de problemas e da criatividade (Liao, 2016).

A educação STEAM (Yakman, 2008) propõe um modelo educacional no qual há o rompimento de barreiras disciplinares, a aprendizagem baseada em projetos e a ênfase na experiência e na prática. Nela os conhecimentos de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática estão articulados em uma estrutura que decorre de um planejamento integrativo do currículo. Essa proposta exige uma revisão da noção de epistemologia, em sentido amplo, e do desenvolvimento das disciplinas específicas. A construção dos conhecimentos é baseada na realidade e em aprendizagem mediada pela investigação, de maneira a favorecer com que os estudantes pensem sobre a realidade e descubram sua natureza e suas interconexões. O princípio básico da educação STEAM pode ser sintetizado por uma visão em que a “Ciência e Tecnologia, [são] interpretadas por meio da Engenharia e das Artes, baseado em uma linguagem da Matemática” (Yakman, 2008, p. 21).

No contexto brasileiro, quanto ao âmbito da educação em ciências, é possível encontrar uma diversidade de iniciativas dispersas que articulam ciências e artes. Algumas das elaborações sistematizadas têm sido desenvolvidas como desdobramentos do movimento cienciarte, por exemplo as pesquisas de Araújo-Jorge et al. (2018) e de Sawada et al. (2017), e outras permeiam

perspectivas educacionais embasadas na alfabetização científica e na educação CTS. São o caso de Moreira et al. (2020) e de Oliveira & Queiroz (2013), Andrade et al. (2014) e Deccache-Maia & Messeder (2016), respectivamente. Entre eles, na proposta denominada CTS-Arte, Oliveira & Queiroz (2013) fazem uma adaptação dos procedimentos apontados por Glen Aikenhead no texto *What is STS science teaching?* acerca da elaboração de projetos CTS, de maneira a incorporar as linguagens artísticas. Esses autores propõem um processo que passa por cinco etapas: primeiro escolhe-se um tema social a partir de uma relação com a arte, depois uma tecnologia é introduzida, em seguida estuda-se a ciência e sua relação com a tecnologia e a sociedade, então a questão social é rediscutida e, finalmente, é proposto aos estudantes que elaborem um produto final científico-artístico.

A prática em educação em ciências apresentada neste texto fundamenta-se na articulação entre ciência e arte e congrega ensino, pesquisa e extensão universitária. Ela vem sendo desenvolvida há cerca de 8 anos, integrando ciência e teatro, atividade que pode ser denominada de teatro de temática científica (Amadeo, et al., 2020; McKinley-Hicks, 2020; Moreira & Marandino, 2015). Essa modalidade de teatro vem sendo considerada um caminho para alfabetização científica, em especial para a abordagem de discussões sobre a natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e sobre as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (Sasseron & Carvalho, 2011; Bertoldi, 2020). O teatro, assim como a ciência, fornece uma visão de mundo, sendo que ele se preocupa em mobilizar as emoções do espectador. Ao trabalhar a sensibilidade, a percepção, a intuição e as emoções, pode para uma maior aproximação da população ao conhecimento construído na ciência e na tecnologia e propiciar novas perspectivas de ver a ciência, a tecnologia e o seu caráter humano.

A característica de articular ensino, pesquisa e extensão universitária, faz com que o Projeto Ciência não tenha um único objetivo. Assim, no que se refere ao ensino, seu objetivo é possibilitar a estudantes de graduação e de pós-graduação uma formação pautada na articulação entre pesquisa e extensão universitária e mediada pela arte. No tocante a pesquisa, seu objetivo é investigar o teatro no contexto da divulgação científica. E quanto a extensão universitária, o objetivo é debater sobre a ciência e o teatro com o público infanto juvenil e adolescente. Dessa forma, enquanto prática educativa no ensino na educação superior, o público-alvo do projeto são estudantes de graduação e de pós-graduação.

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

O Projeto Ciência configura-se como projeto de longa duração, desenvolvido no contexto da educação formal no ensino superior. Ele oportuniza com que estudantes de graduação e de pós-graduação vivenciem uma formação na qual são contemplados o desenvolvimento de competências e de habilidades necessárias a todos os cidadãos, independente do campo profissional de atuação. Nele entende-se que todos os sujeitos envolvidos possuem conhecimentos que devem ser explicitados, negociados e construídos. Nesse movimento auxilia no desenvolvimento de uma consciência transitiva crítica, bem como incentiva a adoção da curiosidade epistemológica frente a questões científicas, sociais, econômicas e ambientais (Freire, 1996; 2005). Essa diretriz, contextualizada no campo da educação em ciências, remete à perspectiva da alfabetização científica.

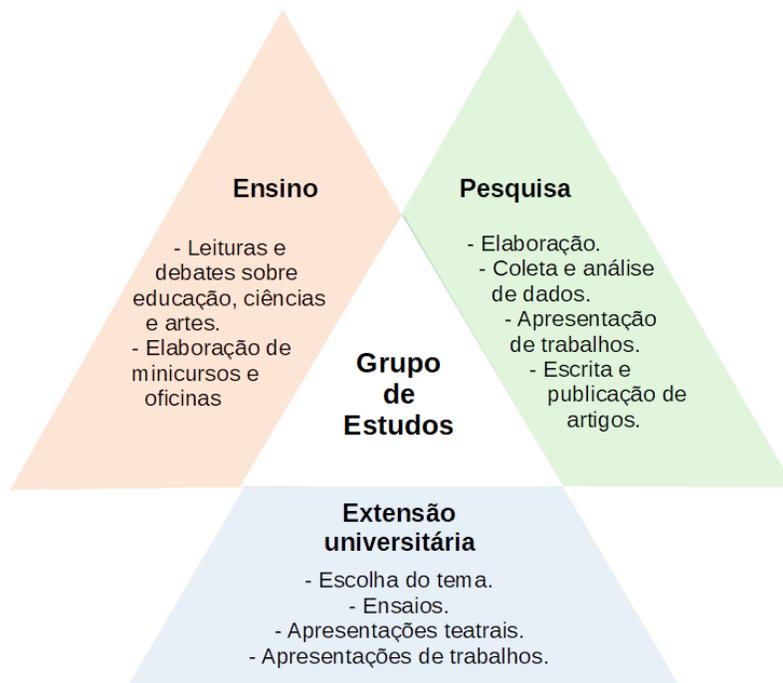
Alfabetização científica significa disponibilizar à população os conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para o desenvolvimento da vida diária, para ajudar a resolver os problemas e as necessidades de saúde e sobrevivência básica, conscientizar-se e posicionar-se politicamente diante das complexas relações entre a ciência e a sociedade (Bertoldi, 2020). Além disso, engloba também a apreciação da ciência enquanto construto humano (produção cultural), o que implica em discussões sobre a história das ideias científicas, a natureza da Ciência e da Tecnologia e o papel da Ciência e da Tecnologia na vida pessoal e na sociedade. Percebe-se que para uma educação em ciências fundamentada na alfabetização importa não somente os conteúdos conceituais, mas também os procedimentais e os atitudinais (Pozo & Crespo, 2009). Nessa perspectiva, o intuito do projeto é o de auxiliar os graduandos, pós-graduandos e a plateia a alcançarem níveis cada vez mais complexos de alfabetização científica, para além dos conteúdos conceituais.

Nas montagens dos espetáculos teatrais temos mobilizado diferentes técnicas de teatro. Porém, a partir do ano de 2015 adotamos o teatro do oprimido (TO) como fio condutor de nossa dramaturgia, encenação e investigação. O TO é teatro e arma contra a dominação, ele intenta desenvolver a “[...] capacidade de perceber o mundo através de todas as artes e não apenas do teatro, centralizado esse processo na palavra (todos devem escrever poemas e narrativas); no som (invenção de novos instrumentos e de novos sons); na imagem (pintura, escultura e fotografia)” (Boal, 2013, p. 15). O principal objetivo da poética de Boal é transformar o povo, espectador, em sujeito transformador da ação dramática, espect-ator. O processo de conversão engloba etapas de conhecimento do corpo, de tornar o corpo expressivo, de prática do teatro como linguagem (o espect-ator intervêm diretamente na cena, substitui os atores e atuam) e de prática do teatro como discurso (o espectador-ator apresenta o espetáculo segundo suas necessidades de discutir certos temas ou de ensaiar certas ações).

Nossas peças vêm sendo desenvolvidas no formato de Teatro Fórum (Boal, 2008). O qual prevê um momento de intervenção da plateia. O espetáculo é apresentado de maneira convencional e a situação de opressão é exposta. Ao final, abre-se a oportunidade de os espectadores interferirem, cenicamente, no espetáculo, de modo a possivelmente modificar a história, apresentando suas propostas de solução. O espect-ator escolhe uma cena e substitui um personagem. Tão logo o espect-ator assuma o papel do protagonista a peça segue seu curso e todos os personagens agirão conforme suas ideologias e objetivos. O objetivo não é que alguém ganhe, mas que se possa exercitar ações passíveis de serem executadas na vida real.

Os espetáculos são construídos a partir de casos das vidas dos graduandos e pós-graduandos, que são atravessados por questões do âmbito da ciência e da tecnologia. Esses espetáculos são apresentados para estudantes do ensino médio. Os estudantes da educação básica, então, além de ter contato com casos e situações reais em que a ciência e a tecnologia atravessaram fatores sociais, culturais e éticos, podem intervir nas situações apresentadas, por meio do fórum, e expressar o que pensam e como pensam os diferentes atravessamentos. Nesse processo indicam caminhos para solucionar ou orientar a resolução de situações conflitantes.

Na figura 1 é apresentada uma síntese das atividades desenvolvidas no projeto e como elas se articulam.

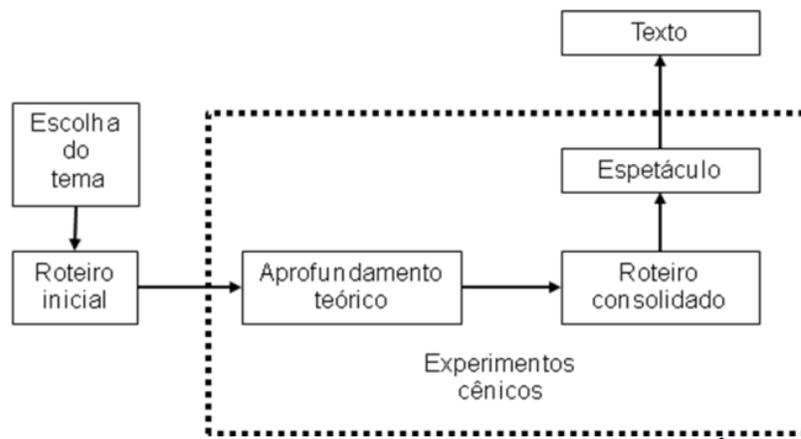


**Figura 1** Síntese das atividades.

O arranjo central é o grupo de estudos, momento em que todos os estudantes de graduação e de pós-graduação, professores universitários, técnicos administrativos e colaboradores se reúnem para gestão do projeto e para atividades formativas. É o momento de planejamento, de estudos e de tomada de decisões. Nele são realizadas leituras de livros e artigos sobre interfaces entre educação em ciências, artes e divulgação científica, são pensadas palestras, minicursos e oficinas e são apresentadas e debatidas as pesquisas desenvolvidas pelos integrantes do grupo. Nessas reuniões semanais é que elaboramos pesquisas sobre a construção e recepção de nossas peças teatrais e se organiza a escrita de artigos para publicação em revistas ou para apresentação em eventos.

Importante reforçar que no grupo de estudos estão reunidos ao mesmo tempo os estudantes de graduação (de extensão universitária e de iniciação científica), os de pós-graduação e os colaboradores. São encontros semanais de 3 (três) horas de duração. O intuito é que todos possam participar de todas as discussões e, assim, possam ser estimulados a desenvolver um pensamento mais holístico, que perceba o ensino, a pesquisa e a extensão ora como dimensões paralelas e ora como dimensões sobrepostas, híbridas, de forma a construir um conhecimento pautado na realidade da complexidade dessas práticas.

Além do grupo de estudos, os estudantes realizam atividades não presenciais de leituras, escritas e análises. No caso dos estudantes de extensão universitária, há um segundo encontro semanal, também de 3 (três) horas de duração, destinado a montagem ou a apresentação dos espetáculos. Na figura 2 é apresentada a sistematização de nosso processo de montagem de espetáculos:



**Figura 2** Procedimento de montagem de espetáculo (retirado de Moreira & Júnior, 2015).

Em geral, o processo de montagem do espetáculo se inicia com a escolha de um tema, decorrente das vidas dos estudantes de graduação e pós-graduação ou de assuntos de interesse nas políticas públicas em educação em ciências. Por meio de rodas de conversas e de jogos e exercícios de teatro é construído um roteiro inicial, no qual grande parte da dramaturgia já é explicitada. Segue-se uma série de pesquisas artísticas, visando a construção do espetáculo, e de estudos para aprofundamento no tema de ciência e tecnologia elencado, visando compreender os diversos aspectos da ciência e da tecnologia que emergem do tema. Através de experimentos cênicos (improvisações) as cenas são montadas, o roteiro inicial sofre modificações e é consolidado, chega-se a versão final do espetáculo. O texto teatral fica pronto ao final de todo o processo, como um registro do que foi realizado e pensado.

É possível identificar em nosso processo elementos que estão presentes nos debates acerca da articulação entre ciência e arte. Em consonância com Fischer (2014), adotamos ciência e arte como caminho de conhecimento do mundo, por isso contemplamos as etapas de investigação artística e estudos de aprofundamento. Assim como no movimento cienciarte (Root-Bernstein, et al., 2011; Siler, 2011), entendemos a ciência e a arte em igualdade de importância, então é primordial que o espetáculo criado tenha qualidade artística (estética) e científica (conhecimentos, informações, procedimentos etc.). Por meio da investigação artística e científica elaboramos soluções para problemas cotidianos enfrentados pelos próprios estudantes do projeto. Durante o processo de montagem, por meio de jogos e exercício teatrais, os participantes são estimulados a criar conexões entre coisas aparentemente não relacionadas, a explorar a diversidade de significados das conexões, a inventar e a aplicar seus novos conhecimentos e compreensões nas situações do seu cotidiano. Nesse processo o teatro do oprimido estimula não só o desenvolvimento cognitivo, mas também o emocional, o pensamento crítico, habilidades para soluções de problemas e criatividade, prerrogativas da educação STEAM (Yakman, 2008) e do CTS-Arte (Oliveira & Queiroz, 2013).

O processo de montagem pode ser conhecido com maior detalhamento em Moreira et al. (2019). Nesse artigo são explicitados e discutidos os procedimentos que levaram a criação e a apresentação do espetáculo *Imutável?*, no qual se discute sobre ciência e opressão a partir de vivências de estudantes de graduação de cursos do campo das ciências da natureza, ciências exatas e ciências da saúde.

Depois de pronto, a divulgação do espetáculo acontece por meio de panfletos e cartazes, veiculados por meio de mala direta e de redes sociais. Além disso, é estabelecido contato direto com escolas do ensino médio por telefone ou por e-mail para divulgação e agendamento de apresentações. Após o agendamento é realizada visita técnica na escola, com a finalidade de analisar os possíveis espaços para a realização do espetáculo e o delineamento de estratégias de adaptação do espetáculo ao espaço. A proposta é que as apresentações aconteçam dentro de espaços da própria escola. No dia agendado a apresentação é realizada, há o debate com os estudantes do ensino médio e os dados para pesquisa são coletados para posterior análise.

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

A avaliação da implementação e dos resultados do Projeto Ciência enquanto prática para a formação no ensino superior e proposta de organização e articulação de demandas do professor universitário no contexto brasileiro é tarefa bastante complexa. Contudo, apresentamos quatro índices que auxiliam na elucidação de nossos principais resultados: ações de extensão universitária, ações de pesquisa acadêmica, impacto na formação de graduandos e pós-graduandos e organicidade das demandas docentes.

##### **4.1. Ações de extensão universitária**

No âmbito da extensão universitária já foram montados e apresentados quatro espetáculos teatrais. Na peça *Esse rio é nosso* (figura 3) é retratada a história de uma família que vive dos alimentos que cultiva em sua propriedade. Em determinado momento uma companhia percebe que região em que a família reside possui um relevo interessante para a construção de uma hidrelétrica, porém, a família não deseja deixar sua casa e a vida que construiu. O espetáculo procura discutir sobre o impacto do desenvolvimento tecnológico na vida dos cidadãos.



**Figura 3** Apresentação da peça *Esse rio é nosso*.

O espetáculo *Tabela periódica: a invenção* (figura 4) apresenta dois irmãos que procuram realizar seus sonhos, um deseja entrar para a escola de um time de futebol e o outro deseja fazer um bom trabalho para a feira de ciências da escola em que estuda. Com dificuldades, ambos ficam desanimados, então o pai dos dois irmãos conta alguns eventos da vida de Mendeleiev para mostrar a necessidade de dedicação e esforço para o alcance de qualquer objetivo. Em meio aos conceitos científicos relacionados à tabela periódica, os irmãos vão

entendendo o quanto os cientistas se empenham para conseguir resultados e se inspiram para continuar trabalhando por seus sonhos.



**Figura 4** Apresentação da peça Tabela periódica: a invenção.

O espetáculo Imutável? (figura 5) é resultado de estudos a respeito do Teatro do Oprimido. O mote foi investigar em que medida o conhecimento científico pode possibilitar a opressão ou a libertação. O processo artístico-científico foi desencadeado com questionamentos como: A ciência oprime? Você já se sentiu oprimido pela ciência? A partir das respostas dos integrantes do projeto, de seus relatos de vida, do arsenal do Teatro do Oprimido e de leituras de obras de Augusto Boal, Paulo Freire e de Pierre Bourdieu, foi construído um espetáculo de Teatro Fórum instigador e provocativo.



**Figura 5** Apresentação da peça Imutável?.

A peça Quem roubou meu arco-íris? (figura 6) é uma ação conjunta entre o Ciênica, o CNPq e o Instituto TIM, possibilitada por meio da Chamada CNPq/INSTITUTO TIM N.º 02/2015. O objetivo foi produzir um espetáculo que abordasse a temática luz, de maneira a dar continuidade às comemorações do Ano Internacional da Luz. O processo artístico-científico desse espetáculo envolveu a pesquisa em desenhos infantis a fim de se encontrar personalidades para os personagens, o estudo de conceitos científicos relativos à luz e a investigação sobre os significados sociais da luz.



**Figura 6** Apresentação da peça Quem roubou meu arco-íris?.

Nos anos de 2016 e 2017 foi oferecida uma oficina livre de teatro para estudantes da educação básica moradores no entorno do Instituto NUPEM. Esse curso foi ministrado por um pós-graduando do projeto. A partir do ano de 2016 há ações nas mídias sociais, com a criação de páginas e programas nas plataformas Facebook, Instagram e Youtube, e com a criação do site [www.projetocienica.com.br](http://www.projetocienica.com.br). Em 2020 realizamos a montagem e ensaio aberto da peça *IAgora: a robotização humana e a sensibilização da máquina*, que problematiza os impactos da inteligência artificial na vida dos seres humanos. Todo o processo foi realizado de modo não presencial, devido a pandemia da COVID-19. A estreia desse novo espetáculo está prevista para fevereiro de 2021.

Todas as ações descritas foram e são construídas em processos colaborativos, envolvendo os integrantes do projeto. Tanto durante o processo de montagem quanto nos momentos de apresentação das peças teatrais e das oficinas houve instantes em que foram abordados aspectos relativos a natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e sobre as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (Sasseron & Carvalho, 2011; Bertoldi, 2020). Com os estudantes de graduação e de pós-graduação as discussões decorreram das pesquisas sobre o processo de escolha de um local para construção de hidrelétricas (peça *Esse rio é nosso*), sobre a vida de Mendeleiev (peça *Tabela periódica: a invenção*) e sobre a relação entre ciência e opressão (peça *Imutável?*). A partir dessas pesquisas é que o enredo e que texto do espetáculo eram elaborados. Com os estudantes da educação básica as discussões apareceram nas apresentações teatrais em si, e também no final das apresentações, quando se abria uma roda de conversar sobre o tema que era apresentado.

#### **4.2. Ações de pesquisa acadêmica**

Cada integrante do Projeto Ciência desenvolve uma pesquisa, podendo ela ser integrada às ações de extensão universitária ou não. Em geral, as pesquisas dos estudantes de iniciação científica júnior, iniciação científica e extensão universitária estão relacionadas às ações de extensão universitária (elaboração e apresentação de peças teatrais de temática científica). Já as

pesquisas de mestrado e de doutorado apresentam maior autonomia. Contudo, todas estão integradas por discussões sobre a articulação entre educação em ciências e artes.

Ao longo dos anos, já participaram do processo formativo proposto no projeto 4 estudantes em iniciação científica júnior, 11 estudantes em iniciação científica, 26 estudantes em extensão universitária, 12 estudantes de mestrado e 3 estudantes de doutorado. Nos últimos cinco anos foram escritos e apresentados, por estudantes de graduação e de pós-graduação, 36 resumos publicados em anais de congressos, 6 trabalhos completos publicados em anais de congressos e 7 artigos científicos (somente um deles sem colaboração com estudantes de graduação). Nessas publicações e apresentações em eventos são debatidas tanto as atividades de pesquisa quanto as de extensão universitária. Esses resultados demonstram a articulação entre ensino-pesquisa-extensão e o favorecimento da formação dos estudantes (FORPROEX, 2010), uma vez que eles vivenciaram aprendizagens relacionadas a elaboração e a divulgação de pesquisas por eles desenvolvidas, as quais nasceram no encontro com a atividade de extensão universitária.

#### **4.3. Impacto na formação dos graduandos e dos pós-graduandos**

Desde sua criação no ano de 2012 o projeto tem atraído estudantes e colaboradores, e mantido uma média de 8 integrantes ao ano. Em sua menor configuração, em 2013, havia 4 integrantes, todos estudantes de graduação, e em sua maior configuração, a atual, conta com 19 integrantes: 2 estudantes de ensino médio, 6 estudantes de graduação (licenciatura em ciências biológicas, licenciatura em química, bacharelado em nutrição e bacharelado em enfermagem), 8 estudantes de pós-graduação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química e Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde) e 3 colaboradoras (pós-doutoranda, diretora de teatro e técnica em laboratório). Essa diversidade de formação dos participantes consubstancia a interprofissionalidade e a interdisciplinaridade (FORPROEX, 2010), resultando em espetáculos que abordaram temas da ciência e da tecnologia de forma ampla e interdisciplinar.

O impacto sobre a formação (FORPROEX, 2010) foi percebido pela melhoria das habilidades de escrita e de apresentação de trabalhos, pela desenvoltura acadêmica que os integrantes adquiriram ao longo dos encontros e das vivências e pela conscientização de que a atuação profissional implica em lidar com outras pessoas, com atendimento ao público. Também se percebe esse impacto por meio dos relatórios que os bolsistas escrevem para as agências de fomento, nos quais são destacadas aprendizagens sobre como se faz ciência no campo da educação em ciências (revisão bibliográfica, análise de dados, escrita de artigos etc.), como produzir peças de teatro e divulgação científica; sobre como a ciência e a tecnologia se relacionam com outros campos da vida; e sobre como falar e comunicar conhecimentos científicos.

Assim, para além da observação, ao considerar as pesquisas desenvolvidas, trabalhos apresentados e os relatórios e os textos teatrais produzidos pelos estudantes no projeto, encontramos indícios de que os principais resultados de aprendizagem dos participantes referem-se aos conteúdos procedimentais e atitudinais (Pozo & Crespo, 2009). Algumas das atitudes aprendidas foram com respeito à ciência (motivação intrínseca para aprendê-la e atitude crítica frente aos problemas apresentados pelo desenvolvimento da ciência), com respeito a aprendizagem da ciência (busca de significado, cooperação e solidariedade) e com

respeito às implicações sociais da ciência (crítica acerca dos usos e abusos da ciência e reconhecimento da relação entre o desenvolvimento da ciência e a mudança social). Os conteúdos procedimentais aprendidos foram com respeito a aquisição e interpretação de informação, análise da informação e realização de inferências, compreensão e organização conceitual da informação e comunicação da informação.

#### **4.4. Organicidade das demandas docentes**

A articulação entre demandas de ensino-pesquisa-extensão (FOPROEX, 2010) tem acontecido satisfatoriamente. A montagem e apresentação dos espetáculos (extensão universitária) tem possibilitado momentos e dados para investigarmos sobre as relações entre educação em ciências e artes (pesquisa). Por diversas vezes, o que é elaborado no âmbito do projeto é difundido também por meio de palestras, minicursos e de atividades em disciplinas eletivas e obrigatórias na graduação e na pós-graduação (ensino).

### **5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES**

O objetivo deste texto foi relatar uma prática educativa no âmbito da educação em ciências e apresentar os principais resultados de sua aplicação, seja para a formação dos estudantes universitários participantes da prática, seja para organização de demandas docentes de professores universitários. A partir do que encontramos, percebe-se que o valor e utilidade dessa prática está em possibilitar a ênfase em aprendizagens relacionadas aos conteúdos atitudinais e procedimentais (Pozo & Crespo, 2009) que, em geral, não são os tipos de conteúdos privilegiados em disciplinas curriculares obrigatórias de cursos de graduação e de pós-graduação. E também de exemplificar maneiras de colocar em prática algumas diretrizes da extensão universitária, a saber, interdisciplinaridade e interprofissionalidade, indissociabilidade ensino-pesquisa-extensão e impacto na formação do estudante (FORPROEX, 2010). Assim, foi mostrado que a mobilização da extensão universitária e da pesquisa como atividades de ensino pode promover incrementos na formação dos estudantes.

No que se refere a organização das demandas de docentes universitários, a prática relatada exemplifica uma possibilidade de articular ensino, pesquisa e extensão universitária de maneira orgânica. Acreditamos que pelo fato de o campo da atuação ser a educação em ciências, ao qual são inerentes aspectos relacionados a cultura e a sociedade, existe certa facilidade em se elaborar ações de extensão universitária que desemboquem em pesquisas científicas cujo os resultados possam ser objeto de aprendizagem em disciplinas de graduação e de pós-graduação. Contudo, apresentamos parâmetros que podem ser utilizados por outros professores universitários de quaisquer campos de atuação na reflexão de suas próprias práticas. E isso pode ajudá-los a realizar adaptações que atendam as suas realidades.

Um grande desafio encontrado em nossa prática é conseguir que o tema das peças de teatro seja cada vez mais decorrente de indicações dos espectadores, isso seria uma forma de contemplar melhor a interação dialógica (FORPROEX, 2010). Apesar de fazermos um levantamento sobre quais temas a plateia tem mais interesse de que sejam abordados nos espetáculos seguintes, por vezes temos que ceder às indicações das políticas públicas em educação, pois os fomentos são direcionados a propostas alinhadas a essas políticas. Também é necessário estabelecermos mais estratégias para o conhecimento do impacto na transformação

social (FORPROEX, 2010) de nossa ação. Já realizamos investigações sobre o impacto imediato de nossos espetáculos nos participantes do projeto e na plateia (Moreira & Junior, 2015; Moreira, et al., 2020), porém acreditamos a que a realização de estudos longitudinais pode mostrar aspectos que ainda não identificamos.

Outro desafio decorre da percepção de que o trabalho com os integrantes do projeto não se limita a uma formação no âmbito profissional, mas também para o pensar também a vida pessoal. Parece que algumas dificuldades expressadas pelos estudantes estão mais relacionadas com como se organizar para os estudos e o porque dos estudos do que, estritamente, o desconhecimento de conteúdos e informações. É notório que alguns estudantes que, mesmo tendo escolhido um determinado curso de graduação ou de pós-graduação, têm dificuldades em perceber como esse momento formativo se encaixa em um planejamento de vida mais amplo. Essa realidade tem despertado a reflexão de que fazer a gestão do grupo de estudos/pesquisa, se sobrepõe a fazer a gestão de pessoas.

Olhar com profundidade por esse viés significa ultrapassar a visão de gestão do trabalho a ser realizado por graduandos e pós-graduandos, para alcançar a possibilidade de auxiliar esses sujeitos na identificação e reconhecimento de seu projeto de vida e de como esse momento formativo se encaixa nele. Essa perspectiva poderá não só favorecer outras oportunidades de aprendizagem para os estudantes, mas também auxiliar na maior significação das ações e estudos.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, S. de A., Oliveira, R. D. V. L. de, Mello, W. Z. de, & Queiroz, G. R. P. C. (2014). A abordagem CTS - arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: Uma prática no ensino fundamental. *Revista Praxis*, 6(11), 67–80. <https://doi.org/10.25119/praxis-6-11-615>
- Araújo-Jorge, T. C. de, Sawada, A., Rocha, R. C. M., Azevedo, S. M. G., Ribeiro, J. A. M., Matraca, M. V. C., Borges, C. A. X., Fortuna, D. B., Barros, M. D. M., Mendes, M. O., Garzoni, L. R., De La Rocque, L., Meirelles, R. M. S., Trajano, V. S., & Vasconcellos-Silva, P. R. (2018). CienciArte no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar. *Ciência e Cultura*., 70, 25-34. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000200010>
- Bertoldi, A. (2020). Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? *Revista Brasileira de Educação*, 25, e250036, 1-17. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782020250036>
- Boal, A. (2008). *Jogos para atores e não-atores*. Civilização Brasileira.
- Boal, A. (2013). *Teatro do oprimido e outras poéticas políticas*. Civilização Brasileira.
- Fischer, E. (2014). *A necessidade da arte*. LTC.
- Fórum de pró-reitores de extensão das instituições públicas de educação superior brasileiras (FORPROEX). (2010). *Política Nacional de Extensão Universitária*. Gráfica da UFRGS.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Freire, P. (2005). *Pedagogia do Oprimido*. Paz e Terra.
- Gonçalves, N. (2015). Indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão: um princípio necessário. *Perspectiva*, 33(3), 1229-1256. <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2015v33n3p1229>
- McKinley-Hicks, M. (2020). Communicating science through theatre: middle school students' noticings and articulations of 'doing' and 'being' in science after a theatre performance. *International Journal of Science Education*, part B, 1-16. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1719289>

- Moreira, L. M., Coelho, V. A. G. S., & Souza, L. N. N. de. (2020). Percepções do público infantil sobre uma peça de teatro de temática científica. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 20(u), 553–580. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u553580>
- Moreira, L. M., Nascimento, A. S. do, & Souza, L. N. N. de. (2019). Ciência, opressão e teatro: um caso de pesquisa educacional baseada em artes. *Alexandria*, 12, 325-348. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v12n2p325>
- Moreira, L. M., & Marandino, M. (2015). Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. *Ciência & Educação*, 21(2), 511-523. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020015>
- Moreira, L. M., & JUNIOR, M. A. de A. L. (2015). Ciênciã: divulgação da ciência e tecnologia por meio do teatro. *Revista Ciência em Extensão*, 11, 140-150. [https://ojs.unesp.br/index.php/revista\\_proex/article/view/1044](https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1044)
- Neves, D. S. das., Malta, S. C. L. (2014). Ensino, pesquisa e extensão. Existem dificuldades docentes no ensino superior para esta integração? *Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica*, 2(1), 2-12. <https://revistas.ufpi.br/index.php/parfor/article/view/2814>
- Oliveira, R. D. V. L., & Queiroz, G. R. P. C. (2013). CTS - Arte: Uma possibilidade de utilização da arte em aulas de Ciências. *Conhecimento & Diversidade*, 5(9), 90–98. <http://dx.doi.org/10.18316/1241>
- Pozo, J., & Crespo, M. (2009). *A aprendizagem e o ensino de Ciências. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Artemed.
- Root-Bernstein, R., & Root-Bernstein, M. (2001). *Centelhas de Gênios: Como pensam as pessoas mais criativas do mundo*. Nobel.
- Root-Bernstein, R., Siler, T., Brown, A., & Snelson, K. (2011). ArtScience: integrative collaboration to create a sustainable future. *Leonardo*, 44(3), 192. [https://doi.org/10.1162/LEON\\_e\\_00161](https://doi.org/10.1162/LEON_e_00161)
- Santos, M. P. dos. (2012). Extensão universitária: espaço de aprendizagem profissional e suas relações com o ensino e a pesquisa na educação superior. *Revista Conexão UEPG*, 8(2), 154-163. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/1807-0221.2014v11n18p33>
- Sawada, A. C. M. B., Ferreira, F. R., & Araújo-Jorge, T. C. de. (2017). Cienciarte ou ciência e arte? Refletindo sobre uma conexão essencial. *Revista educação, artes e inclusão*, 13, 158-177. <https://www.revistas.udesc.br/index.php/arteinclusao/article/view/9810>
- Soares, L. R., Farias, M. C. M., Farias, M. M. (2010). Ensino, pesquisa e extensão: histórico, abordagens, conceitos e considerações. *Em extensão*, 9(1), 11-18. <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20564>
- Tauchen, G., & Fávero, A. (2011). O princípio da indissociabilidade universitária: dificuldades e possibilidades de articulação. *Linhas Críticas*, 17(33), 403-419. <https://doi.org/10.26512/lc.v17i33.3818>
- Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An ArtsIntegrated Approach to STEAM Education. *Art Education*, 69(6), 44-49. <http://dx.doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Sasseron, L. H., Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>
- Siler, T. (2011). The ArtScience Program for Realizing Human Potential. *Leonardo*, 44(5), 417–424. [https://doi.org/10.1162/LEON\\_a\\_00242](https://doi.org/10.1162/LEON_a_00242)
- Snow, C. P. (1995). *As duas Culturas e uma segunda leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica*. EDUsp.
- Yakman, G. (2008). *STΣ@M education: An overview of creating a model of integrative education*. Retrieved from [http://www.steamedu.com/2088\\_PATT\\_Publication.pdf](http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf)

**ARTICULA ESCOLAS: A INICIAÇÃO CIENTÍFICA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO COM ORIENTAÇÃO CONJUNTA DE PESQUISADORES E PROFESSORES**

ARTICULA ESCOLAS: THE SCIENTIFIC INITIATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS WITH JOINT ORIENTATION OF RESEARCHERS AND TEACHERS

ARTICULA ESCOLAS: LA INICIACIÓN CIENTÍFICA DE ESTUDIANTES DE ESCUELA SECUNDARIA CON ORIENTACIÓN CONJUNTA DE INVESTIGADORES Y PROFESORES

**Eliane de Souza Cruz<sup>1</sup>, Giovano Candiani<sup>2</sup>, Willian Hermoso<sup>3</sup>, Normélia Jesus Dos Santos<sup>4</sup> & Suellen Gueiros Ruiz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de São Paulo, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Paulo, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de São Paulo, Brasil

<sup>4</sup>Escola Estadual Antonieta Borges Alves – Diretoria de Ensino, Brasil

ecruz@unifesp.br

**RESUMO** | O projeto Articula Escolas integra as iniciações científicas dos alunos do ensino médio/secundário realizados nas parcerias universidade-escolas e sob orientação conjunta de professores-pesquisadores da universidade e professores das escolas. O objetivo deste trabalho é descrever e analisar a experiência concreta do Articula Escolas assente na inovação das parcerias e na articulação da pesquisa com as práticas. O projeto faz parte da Rede Articul@ções que constrói colaborativamente conhecimentos articulados da pesquisa com as práticas desde 2017 através de uma comunidade de aprendizagem. Os principais resultados são: (i) aumento do interesse de alunos/professores pela pesquisa científica em diferentes áreas; (ii) formação científica dos alunos; (iii) desenvolvimento profissional dos orientadores; (iv) construção de conhecimento articulado da pesquisa com as práticas (publicação/participação em congressos); (v) impacto social; (vi) obtenção de um modelo sólido e sistematizado de articulação da pesquisa com as práticas para implementação de projetos de pré-iniciação científica em outras localidades e contextos através das parcerias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Articulação da investigação com as práticas, Iniciação científica, Extensão, Escola básica, Ensino médio/secundário.

**ABSTRACT** | The Articula Schools project integrates the scientific initiation of high school / high school students carried out in university-school partnerships and under the joint guidance of university research professors and school teachers. The objective of this work is to describe and analyze the concrete experience of Articula Schools based on the innovation of partnerships and the articulation of research with practices. The project is part of the Articul@ções Network that collaboratively builds articulated knowledge of research with practices since 2017 through a learning community. The main results are: (i) increased interest of students / teachers in scientific research in different areas; (ii) scientific training of students, (iii) professional development of supervisors; (iv) construction of knowledge articulated between research and practices (publication / participation in congresses); (v) social impact; (vi) obtaining a solid and systematic model for articulating research with practices for implementing scientific pre-initiation projects in other locations and contexts through partnerships.

**KEYWORDS:** Articulation of research with practices, Scientific initiation, Extension, Basic school, High school/secondary.

**RESUMEN** | El proyecto Escuelas Articula integra la iniciación científica de estudiantes de bachillerato / bachillerato realizada en alianzas universidad-escuela y bajo la orientación conjunta de profesores investigadores universitarios y docentes de escuela. El objetivo de este trabajo es describir y analizar la experiencia concreta de las Escuelas Articula a partir de la innovación de las alianzas y la articulación de la investigación con las prácticas. El proyecto es parte de Articul@ções Network que construye de manera colaborativa conocimiento articulado de investigación con prácticas desde 2017 a través de una comunidad de aprendizaje. Los principales resultados son: (i) mayor interés de los estudiantes / profesores por la investigación científica en diferentes áreas; (ii) formación científica de los estudiantes, (iii) desarrollo profesional de los supervisores; (iv) construcción de conocimiento articulado entre investigación y prácticas (publicación / participación en congresos); (v) impacto social; (vi) la obtención de un modelo sólido y sistemático de articulación de la investigación con prácticas para la implementación de proyectos de preiniciación científica en otros lugares y contextos a través de alianzas.

**PALABRAS CLAVE:** Articulación de investigación con prácticas, Iniciación científica, Extensión, Escuela básica, Bachillerato/secundaria.

## 1. INTRODUÇÃO

A iniciação científica (IC) desenvolvida no ensino médio (EM) no Brasil<sup>1</sup> (equivalente ao ensino secundário em Portugal) é proveniente de programas de Pré-Iniciação Científica (PIC)<sup>2</sup>. O primeiro PIC, no Brasil, foi fruto do sonho de um pesquisador que por base em suas experiências passadas acreditou na formação do jovem pesquisador. Com base nesse sonho nasceu o Programa de Vocação Científica (PROVOC), em 1986, na Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, uma unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz/Ministério da Saúde, localizada na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

Outros PIC surgiram no Brasil e foram instituídos por política pública educacional, financiados pelo Estado e em parcerias com universidades, institutos pesquisa e tecnologia. O modelo pedagógico é baseado em projetos sob a orientação de pesquisadores qualificados com mestrado ou doutorado. Além disso, os PIC são direcionados para estudantes da rede pública, algumas exceções permitem a participação de estudantes da rede privada. Esses PIC têm como um dos objetivos a inclusão de jovens de classes sociais desfavorecidas (Silva-Gonçalves et al., 2020) e a identificação de jovens talentos.

Em meados de 2003, o PIC torna-se um programa e política pública fomentada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que as Instituições do Ensino Superior (IES) concorrem. Sendo assim, um dos diferenciais do Governo Luiz Inácio Lula da Silva, em relação aos anteriores, foi a implementação da IC no ensino não superior. O PIC não tem relação direta com os outros programas de formação de professores da escola básica financiados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação (MEC) que desempenham papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação.

No caso específico da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), o edital do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Ensino Médio (PIBIC-Ensino Médio)<sup>3</sup>, financiado pelo CNPq e com recursos próprios da UNIFESP, funcionou até 2016 nos mesmos moldes dos PIC das demais IES até a entrada do Articul@ções neste programa via projeto Articula Escolas. O diferencial das propostas do Articula Escolas é a orientação conjunta com os professores das escolas básicas e profissionais dos respectivos bolsistas e não apenas dos professores-pesquisadores da universidade. De referir que o perfil dos alunos também foi expandido no PIC da UNIFESP, integrando não só os alunos do ensino regular, mas também os alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e do ensino profissional da rede pública e privada. Em termos de objetivos, o PIC da UNIFESP pretende despertar a vocação científica e incentivar potenciais talentos para as Ciências. No edital não há explicitamente a inclusão de jovens de classes sociais desfavorecidas e no último processo seletivo edição 2020/2021 foram contabilizados 25 bolsistas de escolas públicas e 6 de escolas privadas.

---

<sup>1</sup> Nomenclatura em Portugal (Escarização inicia-se aos 6 anos de idade): (i) Educação pré-escolar facultativa 3 a 6 anos, (ii) Educação Básica dos 6 até 14 anos; (iii) Ensino secundário (15 aos 17 anos). Nomenclatura no Brasil (Escarização inicia-se zero anos de idade - é dever do estado até os 4 anos sem ser obrigatória): (i) Educação pré-escolar obrigatória a partir dos 4 anos na Lei n. 12.796 (2013), (ii) Ensino fundamental no Brasil dos 6 até 14 anos, (ii) Ensino médio (15 aos 17 anos)

<sup>2</sup> PIC – abreviação do programa de pré-iniciação científica, utilizaremos o PIC no texto.

<sup>3</sup> <https://www.unifesp.br/reitoria/prograd/programas-institucionais/pibic-em-ensino-medio>

O Articula Escolas da UNIFESP-Diadema, desenvolvido no contexto do Programa de Extensão Articul@ções<sup>4</sup>, iniciou-se em 2016 com 2 projetos de iniciação científica, um deles concretizado numa escola básica e outro no Serviço Nacional de Aprendizado Industrial (SENAI). Envolve 1 professor-pesquisador, 2 professores das escolas parceiras (voluntários e não institucionalizados no programa) e 4 alunos-bolsistas do EM. Atualmente na 5ª edição de 2020/2021, contabiliza 7 projetos, 5 escolas, 9 professores-pesquisadores, 9 professores das escolas parceiras e 10 alunos-bolsistas do EM.

A nossa iniciativa bem-sucedida, evidenciada pelo aumento do número de projetos, teve reconhecimento institucional da UNIFESP e o último edital do PIBIC-EM passou a contemplar a possibilidade de parcerias com as escolas básicas e profissionais e o professor das escolas como coorientador oficial do PIC, atendendo à solicitação dos coordenadores do Articula Escolas. A parceria proposta é opcional, mas da nossa experiência nestes 5 anos, é recomendada devido ao seu fundamental papel na aproximação da universidade com as escolas (professores e gestores). Entretanto, resolve parcialmente o problema porque existe ainda uma desarticulação entre o PIC e os demais programas de formação de professores, por exemplo, com o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) que fornece uma bolsa de 700 reais (cerca de 103 euros) ao professor da escola. Assim, as únicas contrapartidas aos professores-coorientadores no PIBIC-EM na UNIFESP contempladas no nosso edital são: (a) certificado de participação na coorientação científica de alunos do EM ou profissional emitido pela UNIFESP com no mínimo 40 horas e (b) crachá que permita acesso aos campi da UNIFESP e às respectivas bibliotecas.

O objetivo deste trabalho é descrever e analisar a experiência concreta do projeto Articula Escolas assente na inovação das parcerias e na articulação da pesquisa<sup>5</sup> com as práticas. Enfatiza-se a inovação implementada através das parcerias da universidade com as escolas básicas e profissionais seguindo o modelo de articulação da pesquisa com as práticas, apresentado na fundamentação teórica (secção 2).

À título de exemplo, descreve-se sinteticamente 5 dos 13 projetos científicos do Articula Escolas (tabela 2 na secção 3), a saber: “Mulheres nas Ciências”, “Evolução e Sociedade”, “Química no Salão de Beleza”, “Sustentabilidade” e “Babá Eletrônica para Pais Surdos”.

Na última secção do artigo apresentam-se as contribuições do Articula Escolas aos alunos do EM, aos orientadores, às instituições envolvidas e a sociedade em geral. Revelou-se como uma experiência institucional inovadora ultrapassando os limites geográficos do campus Diadema da UNIFESP, fazendo-se presente e articulando-se com outros municípios e instituições científicas do Brasil e de Portugal via grupo de pesquisa luso-brasileiro Articul@ções.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

O contexto do relato de prática apresentado é o Programa de extensão Articul@ções - estudado pelo grupo de pesquisa de mesmo nome. O projeto Articula Escolas é um dos 4 projetos do programa.

---

<sup>4</sup> Os projetos e atividades do Articul@ções podem ser conhecidos nas seguintes redes: (i) facebook- <https://www.facebook.com/ProgramaArticulacoes/> e (ii) Youtube - <https://www.youtube.com/c/ProgramaArticulacoes>

<sup>5</sup> Pesquisa no Brasil é análogo à investigação em Portugal.

A Rede Articul@ções tem como missão a aproximação e interação entre 4 segmentos: (i) universidades, (ii) escolas (básicas, técnicas e profissionais), serviços de saúde e do meio ambiente, (iii) sociedade - representada pela comunidade local, entidades e movimentos sociais e (iv) Poder Público Educacional, da Saúde, da Segurança e do Meio Ambiente, através das Secretarias Municipais, Diretorias de Ensino, Conselhos, Fóruns, entre outros.

Em termos operacionais, a rede Articul@ções não tem fins lucrativos e é formada por 160 membros articuladores, divulgadores e parceiros (sendo 65% externos à Universidade Federal de São Paulo/UNIFESP) de diferentes cidades, países, instituições, entidades e movimentos sociais, apresentando dois principais objetivos:

(i) articular a pesquisa e as práticas no ensino não superior e no ensino superior através da construção de conhecimentos articulados, que são construídos de forma colaborativa sem a hierarquização do conhecimento produzido pelos cientistas-pesquisadores em relação ao conhecimento produzido pelos práticos-experientes (inclusive dos aposentados);

(ii) realizar ações extensionistas de intervenção colaborativa em diferentes contextos através dos 4 projetos que serão descritos logo a seguir.

O Articul@ções tem contribuído também para a valorização das universidades públicas pela sociedade em tempos de negacionismo da Ciência no Brasil através da realização conjunta de várias atividades na pesquisa e extensão organizados em 4 projetos:

(i) Projeto Articula Cursinhos, realizando de forma colaborativa a gestão de cursinhos preparatórios para o ensino superior (por exemplo, cursinho preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio/ENEM - cursinho Articula Vestibular);

(ii) Projeto Articula Formação, promovendo formação no desenvolvimento de competências científicas e investigativas nos professores, profissionais dos serviços de saúde/meio ambiente e gestores das instituições parceiras das universidades;

(iii) Projeto Articula Eventos, promovendo eventos colaborativos (por exemplo, em feiras de profissões e escola de cidadania) que valorizem e potencializem a contribuição interinstitucional (universidade, escolas públicas e privadas, serviços de saúde, entidades sociais e gestão pública) na melhoria da Educação, Saúde e Meio Ambiente;

(iv) Projeto Articula Escolas (descrito neste artigo), que busca dinamizar projetos voltados ao estabelecimento de redes entre as escolas com as universidades para construir de forma colaborativa conhecimentos científicos, tecnológicos e educacionais articulados.

Relativamente à fundamentação teórica e metodológica, o modelo de articulação utilizado para idealizar a rede Articul@ções foi proposto por Cruz (2012) e envolve várias dimensões (ontológica, política, metodológica etc.), além da epistemológica descrita no modelo de McIntyre (2005). A articulação é um conceito complexo que inclui necessariamente o impacto/influência mútuo, ou seja, tanto a influência da Pesquisa/pesquisadores nas Práticas/práticos, como também das Práticas/práticos na Pesquisa/pesquisadores.

Há diferentes formas na literatura de se conceber as relações entre a pesquisa e as práticas no Ensino não superior e no Ensino Superior (Cruz et al., 2019), a saber: (a) Impacto das pesquisas nas práticas; (b) Articulação da pesquisa e práticas; e (c) Pesquisa sem impacto e sem articulação com as práticas. No caso específico da Educação, consideramos que a pesquisa educacional não precisa necessariamente exercer impacto nas práticas e políticas (Costa, 2003),

ou estar articulada com elas (forma b), o que justifica a existência das formas (a) e (c). Ou seja, é necessário sermos comedidos nas expectativas da relação da pesquisa educacional nas práticas, corroborando com o “enlightenment model” de Hammersley (1997), sob o risco de termos a sua qualidade prejudicada. Por esta razão adotamos o modelo moderado de articulação da pesquisa com as práticas proposto por Cruz (2012).

Tais relações entre a pesquisa e as práticas no âmbito da rede Articul@ções ocorrem de diferentes maneiras, entretanto o mecanismo operacional do Articul@ções se dá por meio da constituição de uma comunidade de aprendizagem assente na rede de parcerias. Baseia-se na aprendizagem mútua e na criação partilhada de conhecimentos sob uma lógica de horizontalidade, ou seja, sem hierarquização dos conhecimentos e das práticas (Esteves, 2021). A condição coletiva e colaborativa desta prática materializa-se em vários cursos, eventos, atividades e subprojetos articulados com as escolas, gestão local e sociedade. Dessa forma, a capacidade de comunicação entre instituições e interlocutores dos 4 segmentos é potenciada e a articulação da pesquisa com as práticas alcançada.

No que diz respeito à dimensão ontológica da articulação, verificam-se que as comunidades de aprendizagem, constituídas por formadores (pesquisadores) e formandos (professores e futuros-professores) têm vindo a contribuir para a redução das relações hierárquicas entre os atores nos cursos e para um maior envolvimento dos Professores das Escolas na pesquisa (Cruz et al., 2019).

A hierarquia frequentemente associada ao prestígio diferenciado de cada carreira e/ou ao estatuto do Pesquisador-Formador (dimensão política) apresenta-se como entrave à desejável colaboração entre Pesquisadores e Professores e afetam a comunicação no contexto formativo (Gravani, 2008). Além disso, a relação hierárquica entre os intervenientes acaba por interferir na percepção destes atores sobre a natureza do conhecimento, ou seja, o conhecimento científico é visto como superior ao conhecimento gerado na prática - dimensão epistemológica (Cruz et al., 2019).

Para reduzir estes constrangimentos identificados nas várias dimensões (ontológica, política, metodológica, epistemológica etc.) para a articulação da pesquisa com as práticas, a rede Articul@ções segue alguns princípios, a saber:

- Conhecimentos e práticas não devem ser hierarquizados (as ações serão decididas de forma democrática, colaborativa e participativa por todos os articuladores independentemente de serem coordenadores, professores, monitores ou tutores);
- Explicitação das contrapartidas e transparência dos interesses individuais e coletivos dos parceiros;
- Compromisso na divulgação das instituições, das ações e projetos dos parceiros (com exceção de ações de partidos políticos e instituições religiosas);
- Procura frequente de objetivos e interesses comuns para a sustentabilidade da rede de articuladores;
- Respeito à diversidade do perfil dos membros: práticas, conhecimentos, exigências de carreiras e profissões (disponibilidade de horários, cobrança por publicação, linguagem, membros pertencentes à rede pública ou privada; etc.);
- Divulgação dos resultados das pesquisas realizadas nas escolas para não utilizarmos estes espaços apenas como coletas de dados;
- Abertura para adquirir novas aprendizagens através da partilha de saberes, conhecimentos, práticas, dificuldades, dúvidas, inquietações e conquistas.

Na nossa comunidade de aprendizagem definimos a partida que o conhecimento seria um conhecimento articulado da pesquisa com as práticas (forma “b” anteriormente referida) e teria que fazer sentido para a comunidade escolar (práticos e alunos) e, por esta razão, os projetos de iniciação científica foram realizados nos contextos escolares com a participação dos professores, gestores e os seus respectivos alunos.

Para finalizar, a fundamentação do nosso projeto, em curso, assenta-se em outras experiências PIC no Brasil. Se por um lado, o apoio das agências de fomento e das instituições para os PIC diminui o fosso entre ensino não superior e ensino superior, contribuindo para a propagação da pesquisa e da iniciação científica no EM. Por outro lado, há uma parcela de estudantes não selecionada e excluída do programa. Silva-Gonçalves et al. (2020) fizeram um estudo com os alunos do EM não selecionados no programa PIC no Rio de Janeiro. Os resultados revelaram falhas de divulgação, desenvolvimento do processo de segregação escolar e a necessidade de discussão sobre o conceito de inclusão social dos Programas PIC no país.

Importa considerar a discussão sobre a inclusão *versus* segregação:

*A lógica de inclusão dos participantes no PIC é ambígua, pois tanto é meritocrática quanto tenta compensar as desigualdades sociais, uma vez que tenta favorecer jovens de classes menos favorecidas. Apesar das premissas do PIC, ao selecionar seus integrantes, não considera que todos os estudantes devam desenvolver os seus talentos independentes do seu desempenho escolar, de suas condições físicas e financeiras. Fato compreensível, pois esses PIC não foram criados no intuito de desempenhar o papel da escola...*

*Ressaltamos que reconhecemos o valor desses programas e acreditamos que as escolas necessitam se apropriar do eixo estruturante de iniciação científica e o desenvolver na escola, em parceria com as instituições científicas da região, com a participação de todos os estudantes de forma inclusiva e igualitária.*

(Silva-Gonçalves et al., 2020, p. 274 e 281)

No caso específico do Articul@ções, observa-se as parcerias têm auxiliado as escolas a se apropriarem do eixo estruturante de iniciação científica em seu contexto, por exemplo, com a participação dos professores universitários em bancas de trabalhos de conclusão de curso das escolas, pela abertura da universidade para que o professor seja coorientar dos alunos de iniciação científica no PIBIC-EM no contexto de ensino superior e através dos cursos de metodologia científica e escrita de trabalho acadêmico ministrado pelos professores-pesquisadores e oferecidos a todos os alunos do ensino médio interessados.

Além disso, os programas PIC não são segregadores porque oferecem bolsas aos melhores alunos da rede pública para se aprofundarem e terem igualdade de oportunidades no ingresso do ensino superior numa competição desigual com alunos que fazem iniciação científica desde o ensino fundamental na rede particular de ensino. Considera-se que eventualmente os critérios engessados de seleção dos PIC (por ex., excelente histórico escolar) podem não permitir a identificação de jovens talentos que não possuem notas elevadas nas disciplinas, mas se destacam em feiras de ciências ou outras atividades nas escolas pela criatividade e inovação.

### 3. DESCRIÇÃO DO PROJETO ARTICULA ESCOLAS E SUA IMPLEMENTAÇÃO

O Projeto Articula Escolas, conforme exposto na fundamentação teórica (Cruz, 2012), está assente em parcerias com as escolas e na perspectiva moderada de articulação da pesquisa com as práticas e pretende atingir os seguintes objetivos:

(i) potencializar a articulação da pesquisa científica e a prática profissional através da participação conjunta em atividades propostas no ensino não superior e no ensino superior (pesquisas científicas, editais de bolsas e fomento etc.);

(ii) incentivar os jovens do EM a continuar o ensino superior, nomeadamente nas Ciências Exatas e da Terra (Química, Matemática, Física, entre outros) ou Ciências Biológicas (Biologia, entre outros).

O PIBIC-EM institucionaliza os projetos de iniciação científica nas escolas através de uma bolsa de 100 reais aos alunos das escolas e de um crachá da universidade que permite a circulação dos bolsistas nos campi da UNIFESP dos 7 municípios (Baixada Santista, Guarulhos, Diadema, Osasco, São José dos Campos, São Paulo e Zona Leste). O professor da escola passa a ser coorientador do projeto de iniciação científica conjuntamente com o professor-pesquisador e recebe certificado no final do projeto, conforme referido anteriormente.

#### 3.1 Evolução temporal do projeto Articula Escola

Conforme apresentado na Tabela 1, é possível fazer uma análise descritiva e crítica do projeto referentes ao longo das 4 edições (2016 a 2020) envolveu 10 escolas estaduais (EE), 40 alunos do EM e técnico-profissional, 13 professores de escolas, 1 membro do poder público local e 9 docentes da UNIFESP - Campus Diadema (Tabela 1).

**Tabela 1-** Evolução do PIBIC-EM no âmbito do Articula Escolas no período de 2016 a 2020.

2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
2 escolas: Senai e EE Diadema	2 escolas: Senai e EE Diadema	4 escolas: Senai, EE Diadema, EE Osvaldo Cardim e EE Brisabella	8 escolas: Senai, EE Osvaldo Cardim, EE Miguel Reale, EE Fausto Mello, EE Carlos Cardim, EE José Marcato, EE Nossa Senhora Aparecida e EE Antonieta Borges
2 projetos	2 projetos	4 projetos	9 projetos
4 alunos bolsistas	4 alunos bolsistas	7 alunos bolsistas	27 alunos do EM, com 12 alunos bolsistas
1 docente da UNIFESP	1 docente da UNIFESP	3 docentes da UNIFESP	8 docentes da UNIFESP
2 professores da escola básica	2 professores da escola básica	5 professores da escola básica	13 professores da escola básica

Considerando a evolução do projeto, uma taxa de aumento de 100% anual no número de escolas ao longo das 4 edições do projeto. O número de projetos também seguiu um crescimento de 2 a 9 projetos. A quantidade de alunos envolvidos teve um acréscimo de 4 alunos iniciais para um montante de 39 alunos na última edição. Atingimos o número de 9 docentes da UNIFESP e 13

professores da escola básica. Destaca-se, que obteve 44% das bolsas institucionais disponibilizadas pela UNIFESP e inscreveu 54% dos alunos candidatos às bolsas PIBIC- EM.

Da análise da sua historicidade, é possível destacar a participação de 10 escolas e 14 projetos desenvolvidos desde 2016, conforme apresentados na Tabela 2. Verifica-se a mudança de temas dos projetos numa mesma escola. As 10 escolas estão situadas nos municípios de Diadema, São Paulo e São Bernardo do Campo, localizadas num raio de 10 km de distância entre si. Esta análise evidencia o sucesso da implementação da proposta e a eficiência do modelo de articulação proposto por Cruz (2012) assente nas parcerias com potencial para envolver um número maior de escolas a longo prazo.

**Tabela 2- Escola e projetos desenvolvidos no Articula Escolas.**

<b>Instituição</b>	<b>Temas do PIBIC – EM</b>
Senai Manuel Garcia Filho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de dispositivo e aplicativo para gerar alerta em smartphone do cuidador</li> <li>• Construção de dispositivo para controle de prótese da mão</li> <li>• Desenvolvimento de uma Babá Eletrônica para Pais Surdos</li> <li>• Ventilador pulmonar de baixo custo com Arduino e manufatura aditiva</li> </ul>
Escola Estadual de Diadema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As Mulheres nas Ciências</li> <li>• Percepções sobre a nanotecnologia e o ensino de Química dos alunos do ensino não superior</li> </ul>
Escola Estadual Osvaldo Lacerda Gomes Cardim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As Mulheres nas Ciências</li> </ul>
Escola Estadual Prof. <sup>a</sup> Brisabella de Almeida Nobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso de Garrafas PET no Plantio de Cultivos - Uma Proposta de Educação Ambiental</li> </ul>
Escola Estadual Professor João Carlos Gomes Cardim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mulheres nas Ciências</li> </ul>
Escola Estadual Dr. Fausto Cardoso Figueira de Mello	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão Ambiental na Escola: pesquisas e práticas de valorização de resíduos sólidos e sustentabilidade</li> <li>• A química dos salões de beleza</li> <li>• Dos jovens ao conhecimento sobre a nanotecnologia</li> </ul>
Escola Estadual José Marcato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção pública da Teoria da Evolução – Evolução e Sociedade</li> </ul>
Escola Estadual Miguel Reale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Femicídio “o último degrau da violência contra as mulheres”</li> </ul>
Escola Estadual Antonieta Borges	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepções sobre a nanotecnologia e o ensino de Química dos alunos do ensino não superior</li> </ul>
Escola Estadual Nossa Senhora Aparecida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção pública da Teoria da Evolução - Evolução e Sociedade</li> <li>• Mulheres Negras na Literatura</li> <li>• Ensino não superior remota em tempos de pandemia</li> </ul>

### **3.2 Situação atual do projeto Articula Escola**

A Tabela 3 mostra uma síntese atual (2020) dos projetos Articula Escolas envolvendo 9 docentes de 4 departamentos distintos da UNIFESP, nas áreas de ensino, Química, Física, Biologia, Meio Ambiente e Sociologia e 9 professores das escolas básicas destas diferentes áreas

orientando de forma conjunta e colaborativa os projetos. Este balanço é importante para os coordenadores dos projetos pela necessidade de diversificar temas numa mesma escola e ampliar o tema para outras escolas.

**Tabela 3-** Escolas participantes e temas do Programa PIBIC-EM no âmbito do Articula Escolas ano 2020.

Temas do PIBIC – EM	Escolas de Ensino Básico
Mulheres nas Ciências	Escola Estadual Osvaldo Lacerda Gomes Cardim Escola Estadual Professor João Carlos Gomes Cardim
Babá eletrônica para pais surdos	Senai Manuel Garcia Filho
Feminicídio “o último degrau da violência contra as mulheres”	Escola Estadual Miguel Reale
Gestão Ambiental	Escola Estadual Dr. Fausto Cardoso Figueira de Mello
A Química dos salões de beleza	Escola Estadual Dr. Fausto Cardoso Figueira de Mello
Nanotecnologia	Escola Estadual Professora Antonieta Borges Alves
Evolução e Sociedade	Escola Estadual José Marcato Escola Estadual Nossa Senhora Aparecida

Ao final dos projetos ocorre a comunicação dos resultados num congresso acadêmico – ver vídeos do 6º Congresso virtual<sup>6</sup> acadêmico da UNIFESP.

Importa referir que desde 2016, os alunos do EM apresentavam presencialmente pôsteres e comunicações orais nos congressos da UNIFESP (Figura 1), mas em 2020 devido ao Covid-19 foram vídeos-pôsteres. Os bolsistas tiveram formações sobre as tecnologias digitais no âmbito do curso articula tecnologias<sup>7</sup> do Articula@ções.



**Figura 1** Bolsistas (alunos do EM) com professores da universidade e escolas

### 3.3 Descrição dos projetos do Articula Escolas

#### 3.3.1 Mulheres nas Ciências

Apesar de antiga, a questão da participação das mulheres na ciência vem ganhando força nas últimas quatro décadas, com discussões que vão além da mera participação feminina como, por exemplo, a influência do gênero nas culturas e nos resultados científicos. Segundo Costa

<sup>6</sup> Vídeo disponível em <https://youtu.be/uh4Pi1f-I8A>

<sup>7</sup> <https://www.facebook.com/groups/articulatecnicas>

(2003), uma das preocupações da área Gênero e Ciência (ainda em construção no Brasil) é desvendar o feminino na construção do conhecimento e a maior participação de mulheres na ciência.

As mulheres, por vezes, excluem-se do meio científico, por seu entendimento que o ramo da ciência não é adequado em relação às suas ambições; reduzindo drasticamente a quantidade de profissionais femininos na área. O distanciamento das mulheres para com a ciência começa no processo de socialização que as direcionam para atividades ditas "femininas". Entretanto, mesmo que ocorra à entrada na carreira científica, as mulheres acabam esbarrando em outros constrangimentos como a difícil escolha entre a família, maternidade e carreira (Costa, 2003). A pouca valorização e descrença da competência acadêmica da mulher também tem dificultado a voz e opinião delas perante as muitas discussões na sociedade científica, que se alastraram por toda Europa desde o século XVII e que parece, muitas vezes, ser um reflexo da atual sociedade (Leta, 2003).

O projeto Mulheres nas Ciências tem como objetivo: compreender os fatores que influenciam as escolhas profissionais dos jovens de Diadema em geral e, em particular, o ingresso das jovens Mulheres nas Ciências que residem em um município com uma universidade pública (UNIFESP-Campus Diadema) voltada à área das Ciências Exatas e da Terra, Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas. Ver vídeo preparado pelos alunos no 6º Congresso virtual<sup>8</sup> acadêmico da UNIFESP.

### **3.3.2 Evolução e Sociedade**

Esta proposta centra-se numa outra percepção da Teoria da Evolução, a partir das questões mais polêmicas que desde sempre foram provocadas, nos meios acadêmicos e no espaço público, desde os tempos de Charles Darwin.

O objetivo geral, é apresentar a ciência da Evolução, na sua forma mais abrangente, e Evolução deve ser apresentada como mais do que uma série de evidências, hipóteses e teorias que nos ajudam a fazer sentido da extraordinária diversidade de formas de vida que evoluíram no planeta Terra, nos últimos 3,5 bilhões de anos. Sendo discutido, temas, como: “As origens da Biodiversidade”, “História do pensamento evolutivo”, “Bases genéticas da teoria da Evolução” e Criacionismo vs. Evolucionismo. Perguntam-se aos alunos: “Por que conhecer sobre Evolução seria importante na minha vida, para além da questão naturalista?”. “Como a ideia da Evolução introduzida por Darwin trouxe polêmicas que vão além da evolução da biodiversidade, nos campos da antropologia e da sociologia?” Pretende-se mostrar que as discussões que povoaram o imaginário do século XX, sobre racismo, eugenismo, Criacionismo vs. Evolucionismo, e o paradigma da “sobrevivência dos mais aptos” introduziram distorções graves na percepção pública da teoria da Evolução.

Os objetivos do projeto PIBIC-EM são: (i) avaliar a percepção sobre a Teoria da Evolução entre alunos do EM, e seus potenciais impactos em visões sociológicas presentes na sociedade e (ii) desenvolver competências, habilidades e conhecimentos sobre a Teoria da Evolução, e da sua influência em visões de mundo distintas, como também em revisão bibliográfica, execução supervisionada de projeto científico e a sua disseminação nas respectivas comunidades

---

<sup>8</sup> Vídeo disponível em <https://youtu.be/ly5SzTTNDvM>

(acadêmica e escolar). Ver vídeo preparado pelos alunos no 6<sup>o</sup> Congresso virtual<sup>9</sup> acadêmico da UNIFESP.

### **3.3.3 Química no salão de beleza**

Pretende-se responder a seguinte pergunta: Como a química dos salões de beleza pode ser abordada em sala de aula? O objetivo do projeto é: construir propostas didáticas para levar a química dos salões de beleza para a sala de aula, contribuindo com a inserção de estudantes da rede pública em universidades e/ou no mercado de trabalho.

De acordo com dados disponibilizados pela Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), o mercado de estética cresceu 567% no Brasil desde 2014, passando de 72 mil para mais de 480 mil profissionais, perspectivas de crescimento de 1,5% a 2% em comparação ao ano de 2018, o ano em que o setor movimentou R\$ (reais) 47,5 bilhões. Sendo assim, este projeto pretende debater os processos químicos realizados dentro dos salões de beleza, sem perder de vista os tratamentos estéticos que fazem parte da cultura popular. Ver vídeo preparado pelos alunos no 6<sup>o</sup> Congresso virtual<sup>10</sup> acadêmico da UNIFESP.

### **3.3.4 Sustentabilidade**

A pergunta de partida foi: O que as Escolas podem fazer em termos de práticas de Gestão Ambiental e Sustentabilidade no âmbito da temática de Meio Ambiente?

Segundo Reigota (1994), a Escola tem sido historicamente o espaço indicado para a discussão e o aprendizado de vários temas urgentes e atuais, como resultado da sua importância na formação dos cidadãos. Neste contexto, a prática educativa no contexto de Meio Ambiente na escola, torna-se cada vez mais de fundamental importância, primeiro: pelo cenário ambiental cada dia mais catastrófico já diagnosticado a tempos e, segundo: a escola apresenta um papel importantíssimo na contextualização ecológica local e, principalmente consolidação da educação para um mundo sustentável.

O projeto apresenta o seguinte objetivo: aplicar e aperfeiçoar práticas pedagógicas ambientais e de educação ambiental na escola em geral, contribuindo para sensibilização e mobilização em relação ao tema Meio Ambiente direcionado o interesse científico e profissional voltado para as áreas das Ciências, Ciências Ambientais, Gestão Ambiental e Sustentabilidade e ainda, desenvolver competências, habilidades e conhecimentos em geral, como também na prática de revisões bibliográficas, execução supervisionada de projeto científico e a sua disseminação nas respectivas comunidades (acadêmica e escolar). Ver vídeo preparado pelos alunos no 6<sup>o</sup> Congresso virtual<sup>11</sup> acadêmico da UNIFESP.

---

<sup>9</sup> Vídeo disponível em <https://youtu.be/z9cPmN1gRuE>.

<sup>10</sup> Vídeo disponível em <https://youtu.be/z4uFM0XrN3I>

<sup>11</sup> Vídeo disponível em <https://youtu.be/nv5kZmKdQGk>.

### **3.3.5. Babá eletrônica para pais surdos**

O projeto abordou a viabilidade técnica de um protótipo de babá eletrônica com funções específicas que proporcione a segurança aos usuários e a clareza na interpretação dos avisos por ela fornecido. Visa facilitar a rotina de cuidados de um bebê no dia a dia e que promova inclusão de pessoa com deficiência (PcD), bem como o acesso à tecnologia de forma interativa aos seus usuários.

O dispositivo tem impacto na comunidade surda porque “... quanto mais acessos e oportunidades uma pessoa dispõe, menores serão as dificuldades consequentes de sua característica”. (Lei Brasileira de Inclusão, 2015, p.12) e “... dispositivos alternativos podem garantir a democratização do acesso com preços acessíveis para a independência dos surdos na execução de cuidados maternos e paternos exigidos pelos bebês (Gandelman & Mendes, 2014). O projeto contempla sensores que captam o movimento e o som emitidos pelo bebê e enviam respostas aos pais Surdos, dando a eles em tempo real, noção do que está acontecendo naquele momento com a criança, permitindo uma tomada de ação seja para tentar eliminar uma situação de eventual problema ou não. Ver vídeo preparado pelos alunos no 6º Congresso virtual<sup>12</sup> acadêmico da UNIFESP.

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

Os dados quantitativos apresentados na seção anterior (quantidade de projetos, segmentos envolvidos, número de instituições envolvidas, profissionais da universidade e escolas e alunos) evidenciam o sucesso do projeto. Importa fazer menção honrosa a cada participante individualmente porque sem a participação de cada um, o projeto não teria se concretizado. A inovação do projeto Articula Escolas deve ser reconhecida se comparada com outras universidades onde há uma diminuição do PIBIC-ensino médio e até “quase extinção” como o programa da Universidade Federal de Santa Catarina. Entre as causas dessa situação levantadas por Oliveira & Bianchetti (2018) estão: (i) a baixa adesão dos orientadores, que dispõem de pouco tempo para orientação; (ii) as limitadas formas de divulgação do Programa; (iii) a precária infraestrutura física e (iv) as limitadas condições de trabalho dos professores, principalmente das escolas estaduais e municipais.

No que diz respeito à avaliação, ao final de cada ano, a coordenação do Articul@ções faz balanços anuais dos projetos e envia os relatórios à UNIFESP juntamente com o relatório do bolsista de extensão (graduando da UNIFESP e coautor deste trabalho). O Projeto Articula Escolas no contexto geral e no âmbito dos vários projetos do PIBIC – EM adota como instrumentos avaliativos: formulários de avaliação aplicados aos alunos e orientadores, relatórios parciais e finais dos projetos de iniciação científica desenvolvidos em cada escola, fichas de avaliação do desempenho dos bolsistas-alunos do ensino médio realizados no final por exigência do edital das bolsas, balanço nas reuniões internas dos projetos PIBIC e reuniões gerais gravadas no formato de grupos focais para a dimensão da pesquisa.

Os balanços sistematizaram os seguintes resultados descritos em 7 indicadores:

(i) **Aumento do interesse de alunos e professores pela pesquisa científica em diferentes áreas:**

---

<sup>12</sup> Vídeo disponível em <https://youtu.be/ETPJCwM8UFs>.

- potencialização das perspectivas de futuro ingresso na universidade;
- contato com profissionais da universidade para orientar na continuidade dos estudos (formação inicial e pós-graduada).

(ii) **Formação científica dos alunos do EM:**

- Desenvolvimento de competências, habilidades e conhecimentos no curso regular ao abordar temas científicos, como também em revisão bibliográfica, execução supervisionada de um projeto científico e a sua disseminação nas respectivas comunidades (acadêmica e escolar) em apresentações e publicações;
  - Introdução dos alunos em assuntos e pesquisas científicas das universidades;
  - Objetivos de aprendizagens alcançados - na última edição (2020), a média da nota dos relatórios dos nossos bolsistas foi de 9,8 em 14 valores. Apenas 20% dos estudantes tiveram objetivos parcialmente atingidos e 80% com objetivos plenamente alcançados.

(iii) **Desenvolvimento profissional dos professores-pesquisadores das universidades:**

- Trocas de experiências e conhecimentos entre pesquisadores e práticos;
- Prática em divulgação científica – transformação do conhecimento científica em linguagem acessível aos alunos do ensino médio;
  - Conhecimento sobre o contexto socioeconômico e cultural da Escola Básica por parte dos docentes da UNIFESP para delinear futuras ações científicas e extensionistas.

(iv) **Desenvolvimento profissional dos professores e gestores das escolas:**

- Trocas de experiências e conhecimentos entre pesquisadores e práticos;
- Formação do profissional prático em metodologia e escrita científica, ferramentas de levantamento e tratamentos de dados, formas de apresentação e comunicação científica em congressos e escrita/submissão artigos para publicação;
  - participação em pesquisas científicas na universidade (professores envolvidos nas primeiras edições do PIBIC-EM permanecem ainda nos projetos e alguns já estão fazendo pós-graduação nas universidades).

(v) **Construção de conhecimento articulado da pesquisa com as práticas e sobre os projetos de extensão** (publicação e participação em congressos):

- Participação dos professores das escolas e dos alunos nos congressos acadêmicos;
- Colaboração dos professores nas pesquisas acadêmicas;
- Divulgação e discussão dos resultados da pesquisa nos contextos escolares - pesquisadores seguem um dos princípios do Articul@ções de “divulgação dos resultados das pesquisas realizadas nas escolas para não utilizarmos este espaço apenas como coletas de dados”;
  - Articulação da pesquisa educacional com as práticas dos professores que trabalham na formação dos adolescentes nas instituições escolares colaboradoras do projeto.

(vi) **Impacto social:**

- Entrada dos alunos bolsistas na UNIFESP e em outras universidades (por vezes, também frequentam o cursinho Articular Vestibular do projeto articula cursinhos-Articul@ções);
- Alfabetização científica dos alunos, familiares, escolas e contexto local;
- Popularização da Ciência em tempos de negacionismo da Ciência no Brasil.

(vii) **Obtenção de um modelo sólido e sistematizado de articulação da pesquisa com as práticas para implementação de PIC em outras localidades e contexto através das parcerias:**

- Parcerias com as escolas, entidades sindicais, gestão local, movimentos sociais etc.;
- Criação de um projeto macro que integre as iniciações científicas de várias escolas;
- Apoio na articulação da universidade e escolas em várias dimensões (ontológica, política, epistemológica etc.);
- Fornecimento de todas as ferramentas investigativas necessárias (por exemplo, validação, divulgação, mediação, transferência, entre outras) para a produção autónoma de conhecimento no contexto escolar de naturezas científica ou profissional ao colocar os professores como coorientadores dos projetos de iniciação científica participando de todo o processo desde o edital até a finalização com o relatório;
- Articulação dos PIC com demais projetos de pesquisa.

Embora tenham sido obtidos resultados promissores, existem alguns pontos a serem estudados e melhorados na implementação do modelo ou no próprio modelo abordado. Os pontos a melhorar são: (i) a comunicação entre os orientadores (acadêmicos e os práticos) e com os bolsistas; (ii) a interação entre os diferentes projetos que na atual edição estamos a implementar através de atividades comuns propostas pelo novo comitê gestor do Articul@ções; (iii) a quantidade de publicação científica e de relatos das práticas de projetos e (iv) a participação dos professores das escolas na escrita de artigos científicos e de relatos de práticas.

## **5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES**

Neste trabalho foi possível verificar a implementação de um modelo sólido e sistematizado de articulação da pesquisa com as práticas (Cruz, 2012) para implementação de PIC em outras localidades e contexto através das diversas parcerias.

Em relação às parcerias com as escolas, os autores McIntyre, D. & McIntyre, A. (1999) alertaram para o facto de não haver reflexos ao nível das publicações. Ruthven (2005) refere inclusivamente que *“Muitas dessas parcerias de pesquisa mantêm uma divisão tradicional de trabalho na qual os professores da escola trabalham na melhoria da prática localizada, enquanto os pesquisadores da universidade trabalham na acumulação de conhecimento público.”* (p. 420).

Em Cruz (2012) manifestamos a nossa concordância com os autores porque as parcerias diferenciavam os papéis em conformidade com os ganhos distintos ao nível profissional de cada participante (pesquisadores ou práticos), por esta razão, fazemos sempre a discussão da dimensão política para a regulamentação e creditação das atividades de pesquisa para a progressão na carreira dos professores das escolas básicas e profissionais. O certificado de participação como orientador em um projeto de iniciação científica na universidade (40h) não é reconhecido pela rede estadual do ensino para a progressão na carreira e diferentemente do PIBID, o professor da escola não recebe a bolsa de 700 reais para participar dos PICs. A carreira do professor do ensino não superior contempla apenas o ensino. Na rede Articul@ções defende-se a carreira dos professores do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) a todos os professores do ensino não superior de forma a assemelhar à carreira do professor universitário que contempla as 4 dimensões ensino-investigação-extensão-gestão. Caso contrário, a falta de

tempo dos professores das escolas continuará a impedir que se dediquem nestas dimensões da pesquisa e extensão ao longo da carreira profissional exceto nos momentos esporádicos de formação pós-graduada.

Além disso, as parcerias no geral e, em particular com as escolas descritas neste artigo, revelaram-se potenciadoras da articulação da pesquisa com as práticas (Cruz, 2012) e são fundamentais para a construção conjunta de uma universidade socialmente referenciada. Esta abertura da universidade para a participação de membros externos é humanizadora pela possibilidade de exercerem o seu direito de cidadania neste contexto, bem como emancipatória dos indivíduos que se afirmam enquanto sujeitos críticos contra o abandono cultural, educacional, econômico e político. Importa destacar que o segmento sociedade tem historicamente uma relação distante com a universidade em consequência do elitismo, atualmente em menor escala, da universidade em relação aos sectores ditos não cultos da sociedade (Santos, 2004).

Relativamente à discussão inclusão *versus* segregação, o Articula Escolas tem atendido majoritariamente alunos de ensino médio da rede estadual pública com exceção do SENAI (instituição público-privada). Na próxima edição pretende-se implementar cotas para alunos das escolas particulares (“cota invertida”), já implementada em outros projetos do Articul@ções. A implicação política destas discussões no seio do nosso projeto, levou-nos a defender o Programa de Bolsa de Auxílio e Permanência Estudantil (PAPE) da UNIFESP para os alunos do ensino médio, análoga ao Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAEs) que temos aos alunos do ensino superior<sup>13</sup>. Esta política pública poderia ser destinada aos alunos não selecionados nos programas PIC e em condições de vulnerabilidade para que possam se dedicar mais aos estudos e concorrer em igualdade de condições em próximas edições, conforme alerta Silva-Gonçalves et al. (2020). Esta proposta será levada ao Fórum Regional e Estadual de Educação para os devidos encaminhamentos. Entende-se que este PIC é voltado à descoberta de jovens talentos nas escolas, preferencialmente públicas e não conseguirá resolver um problema social que afeta o desempenho dos alunos vulneráveis nas escolas públicas do Brasil.

A limitação identificada deve-se a falta de financiamentos e cortes na educação brasileira que impossibilitaram a compra dos materiais para os projetos, o pagamento de ajuda de custo aos professores das escolas participantes e atribuição de mais bolsas de iniciação científica aos alunos e para os gestores do Articul@ções.

Para finalizar, considera-se que o modelo de iniciação científica compartilhada com as escolas no âmbito do projeto Articula Escolas aqui descrito atendeu a sugestão de Nóvoa (2017) de se criar espaços conjuntos de pesquisa e de aprendizagem entre escolas e universidades e de se investigar as epistemologias da formação de professores nestas perspectivas colaborativas. Esta é, de facto, uma outra racionalidade da pesquisa em educação e da prática educacional. A racionalidade implementada pelo Articul@ções requer esta colaboração e oferece projetos, cursos, eventos, atividades como espaços profícuos à articulação da pesquisa com as práticas.

---

<sup>13</sup> Programa Nacional de Assistência Estudantil (Pnaes) - Decreto nº 7.234 de 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/decreto/d7234.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/decreto/d7234.htm)

## REFERÊNCIAS

- Costa, N. (2003). *A Investigação Educacional e o seu impacte nas práticas educativas: O caso da Investigação em Didáctica das Ciências*. Lição Síntese das Provas de Agregação. Universidade de Aveiro. [https://ria.ua.pt/bitstream/10773/26273/1/PERCURSOS\\_INVESTIGACAO\\_EDUCACAO\\_CIDTFF.pdf](https://ria.ua.pt/bitstream/10773/26273/1/PERCURSOS_INVESTIGACAO_EDUCACAO_CIDTFF.pdf)
- Cruz, E. (2012). *Da Avaliação do Impacte à Articulação da Investigação↔Práticas – O caso da Articulação na Formação Didáctica Pós-Graduada de Professores de Ciências e desafios futuros*. Tese de Doutoramento em Didáctica e Formação, UA, Portugal. Orientação Nilza Costa e J. Bernardino Lopes. Publicação: <http://ria.ua.pt/handle/10773/10993>.
- Cruz, E. S.; Candiani, G.; Lopes, J. B.; Costa, N. M. V. N.; Silva, A. M. T. B. & Queiroz, G. R. P. C. (2019). As Representações Sociais na Articulação da Universidade-Escolas-Poder Público-Sociedade – Resultados Preliminares de um Estudo Etnográfico. *Comunicação*, 26(2), 243-257. <https://doi.org/10.15600/2238-121X/comunicacoes.v26n2p243-257>
- Esteves, D. (2021). As comunidades de aprendizagem em tempos líquidos. In *Diálogos com António Nóvoa. Reflexões sobre modelos de formação de professores/as e redes colaborativas entre escolas e universidades em Portugal e no Brasil*. Org. Rita Campos, Sueli de Lima Moreira. Debates, nº 28, Janeiro. Disponível em: [https://www.ces.uc.pt/publicacoes/cescontexto/ficheiros/cescontexto\\_debates\\_xxviii.pdf#page=35](https://www.ces.uc.pt/publicacoes/cescontexto/ficheiros/cescontexto_debates_xxviii.pdf#page=35). (Última consulta em março/2021).
- Gandelman, A. D. B.; Mendes, F. H. (2014). *Desenvolvimento do projeto e protótipo de dispositivo para despertar surdos*. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6153>
- Gravani, M. N. Academics and practitioners: Partners in generating knowledge or citizens of two different worlds? *Teaching and Teacher Education*, v. 24, n. 3, p. 649-659, 2008.
- Hammersley, M. (1997). Educational Research and Teaching: a response to David Hargreaves' TTA lecture. *British Educational Research Journal*, 23(2), 141-161. <https://doi.org/10.1080/0141192970230203>
- Lei Brasileira de Inclusão – LBI, Lei Nº 13.146/2015. [http://www.punf.uff.br/inclusao/images/leis/lei\\_13146.pdf](http://www.punf.uff.br/inclusao/images/leis/lei_13146.pdf)
- Leta, J. (2003). As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. *Estudos Avançados*, 17(49), 271-284. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142003000300016>.
- McIntyre, D. (2005). Bridging the gap between research and practice. *Cambridge Journal of Education*, 35(3), 357-382. <https://doi.org/10.1080/03057640500319065>
- McIntyre, D., & McIntyre, A. (1999). Capacity for research into teaching and learning. Final Report. ESRC Teaching and Learning Research Programme (Swindon, ESRC). Disponível em: <http://www.tlrp.org/dspace/handle/123456789/330> (Última consulta em Julho/09).
- Novoa, António. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cad. Pesqui.* [online]. Vol.47, n.166, pp.1106-1133. ISSN 1980-5314. <https://doi.org/10.1590/198053144843>.
- Oliveira, Adriano de, & Bianchetti, Lucídio. (2018). Iniciação Científica Júnior: desafios à materialização de um círculo virtuoso. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 26(98), 133-162. <https://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362018002600952>
- Reigota, M. (1994). *O que é educação ambiental*. São Paulo: Brasiliense.
- Ruthven, K. (2005). Improving the development and warranting of good practice in teaching. *Cambridge Journal of Education*, 35(3), 407-426.
- Santos, B, S. (2004). A Universidade no Século XXI: Para uma reforma democrática e emancipatória da Universidade. <https://www.ces.uc.pt/bss/documentos/auniversidadedosecXXI.pdf>
- Silva-Gonçalves, A., Azevedo, S., Gonçalves-Oliveira, J., Trajano, V. (2020), A pré-iniciação científica: um processo de inclusão ou segregação? *Investigação Qualitativa em Educação: avanços e desafios*. DOI: <https://doi.org/10.36367/ntqr.2.2020.270-282>

## APRENDIZAGENS MATEMÁTICAS NO PRÉ-ESCOLAR: PRÁTICAS NO RECREIO

### MATHEMATICAL LEARNING IN PRE-SCHOOL: PRACTICE IN PLAYGROUNDS

### EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN INFANTIL: LA PRÁCTICA EN LOS PATIOS DE RECREO

Sara Beatriz Pacheco Pereira<sup>1</sup> & Cecília Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

<sup>2</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, CIDTFF – Lab DCT, Portugal  
mcosta@utad.pt

**RESUMO** | Na educação pré-escolar está presente a ideia de acompanhar e possibilitar o desenvolvimento da criança, mas, também, permitir que ela tenha tempo para as suas brincadeiras livres. Sendo estas um suplemento para educadores desenvolverem com as crianças diversas aprendizagens, como a matemática, encontramos no recreio um espaço com objetos díspares aos presentes na sala de aula e que permitem aprendizagens diversificadas através do diálogo entre a estagiária e as crianças. Seguindo esta via, as crianças retiram maior aproveitamento das brincadeiras e das próprias aprendizagens. Olhamos para o recreio não apenas como um espaço que a criança utiliza para brincar, mas como um recurso didático em que usufruímos das brincadeiras livres para proporcionar e potenciar momentos de aprendizagens matemáticas. A prática desenvolvida no recreio mostrou que é possível abordar, com vantagem, noções associadas ao número e à geometria e aponta uma forma dos educadores se prepararem para este tipo de prática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação, Matemática elementar, Formação inicial de professores, Recursos para a aprendizagem, Ambientes de ensino alternativos.

**ABSTRACT** | In pre-school education is present the idea to accompany and enable the child's development, but also to allow the child time to express himself in his free play. Since free play is a supplement for educators to develop with children diverse learning, such as math, we find in the playground a space with objects that are different from those present in the classroom and that allow diversified learning through dialogue between the intern and the children. We believe that by following this path, children make the most of their games and learning. Thus, we look at the playground not only as a space that the child uses to play, but also as a didactic resource in which we enjoy free play to provide and enhance moments of mathematical learning. The practice developed in the playground showed that it is possible to approach notions associated with number and geometry with advantage and points to a way for educators to prepare themselves for this type of practice.

**KEYWORDS:** Education, Elementary school mathematics, Preservice teacher education, Teacher education resources, Different learning environments.

**RESUMEN** | En la educación infantil está presente la idea de acompañar y posibilitar el desarrollo del niño, pero también permitirle tiempo para expresarse en su juego libre. Dado que el juego libre es un complemento para que los educadores desarrollen con los niños diversos aprendizajes, como las matemáticas, encontramos en el patio un espacio con objetos diferentes a los presentes en el aula y que permiten un aprendizaje diversificado a través del diálogo entre el formador y los niños. Creemos que, siguiendo este camino, los niños aprovechan al máximo sus juegos y su aprendizaje. Así, contemplamos el patio no sólo como un espacio que el niño utiliza para jugar, sino como un recurso didático en el que disfrutamos del juego libre para proporcionar y potenciar momentos de aprendizaje matemático. La práctica desarrollada en el patio de recreo demostró que es posible abordar, con beneficios, nociones asociadas al número y a la geometría y señala un camino para que los educadores se preparen para este tipo de práctica.

**PALABRAS CLAVE:** Educación, Matemáticas elementales, Formación inicial del profesorado, Recursos para el aprendizaje, Entornos de enseñanza alternativos.

## 1. INTRODUÇÃO

A prática profissional de que daremos conta insere-se no âmbito da unidade curricular Prática de Ensino Supervisionado (PES) referente ao curso de mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico de uma instituição universitária portuguesa. A prática de ensino supervisionado que queremos relatar, foi realizada de forma presencial no último trimestre do ano de 2019, num jardim de infância no contexto de recreio. Recreio este que foi a alma e a inspiração da prática profissional objeto de relato neste texto.

Esta prática educativa foi efetuada com um grupo de educação pré-escolar composto por 25 crianças dos 3 aos 6 anos, sendo constituído por 13 crianças do sexo feminino e 12 do sexo masculino. Das 25 crianças, 20 já tinham frequentado, no ano anterior, o contexto de educação pré-escolar. Foi com a visão de um recreio diferente que surgiu a ideia de promover com as crianças momentos de aprendizagens matemáticas. A literatura refere a importância do brincar para o bem-estar e desenvolvimento global da criança e alerta para o risco que a redução do tempo e espaço para brincar pode acarretar (Bento, 2015; Largo-Wight et al., 2018; Macedo, 2018), apontando para soluções vantajosas que passam por aulas ao ar livre em contacto com a natureza (Largo-Wight et al., 2018) e a (re)valorização do brincar nos espaços exteriores pelo seu potencial para o desenvolvimento e aprendizagens das crianças (Bento, 2015; Neto, 2020). Tendo em conta os ensinamentos provindos dos estudos em neurociência, relevam-se a experiência sensorial e a ligação corpo-movimento para o sucesso de aprendizagens matemáticas fundamentais nos primeiros anos de escolaridade (Mourão-Carvalho et al., 2018). A articulação destes aspetos com o facto de, segundo Bento (2015, p. 131), “No contexto português, os espaços de jogo e recreio parecem ser pouco investidos, verificando-se uma reduzida e padronizada oferta de estímulos. As práticas pedagógicas são ainda muito centradas naquilo que acontece dentro da sala (...)”, entendemos que o nosso relato traz contributos interessantes neste contexto.

O nosso objetivo era potenciar as brincadeiras das crianças nesse recreio desenvolvendo aprendizagens ligadas à área da matemática de acordo com as aprendizagens adequadas à faixa etária das mesmas. No sentido de não comprometer as aprendizagens das crianças, seguiram-se as *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar* mais especificamente na área de conteúdo- Área de Expressão e Comunicação, referente ao Domínio da Matemática (Ministério da Educação, 2016) com a finalidade de desenvolver a noção de número, sequências numéricas, dimensões e figuras geométricas.

Após a estagiária ter visualizado um recreio com características bastante próprias como a existência de paletes, baldes de tintas, entre outros, surgiu o seguinte problema: “Será que um espaço exterior de recreio, com características alternativas, permite potenciar momentos de aprendizagem, no âmbito da matemática, com alguma mediação da educadora/professora (estagiária)?”. Com base nesta questão surgiram duas questões mais específicas: “Como é que se pode utilizar este espaço de recreio para originar/potenciar momentos de aprendizagens matemáticas?” e “Como é que a criança reage ao ser incentivada a participar nestes momentos de aprendizagem?”.

Assim, com recurso a pequenos diálogos entre a estagiária e as crianças desenvolveram-se momentos de aprendizagem baseados nas brincadeiras que as crianças estavam a executar, bem como nos objetos existentes no recreio. Dentro da área da matemática, queríamos também perceber o que as crianças já sabiam, o que não sabiam e se conseguiam aprender através do

brincar, concretamente, quanto à noção de número, sequência numérica, dimensões e figuras geométricas. Desta forma, sempre que surgia a oportunidade, a estagiária iniciava um diálogo com a criança ou crianças de forma a desenvolver e relacionar a matemática nos momentos de brincadeira livre.

A utilização do recreio como um espaço diferente em que podemos proporcionar às crianças momentos de aprendizagem através das suas brincadeiras, advém da necessidade de libertar as crianças do excesso de tempo passado fechadas nas salas a realizar as tarefas que o/a educador/a propõe (Bento, 2015; Macedo, 2018). Como refere Carlos Neto (Macedo, 2018, s/p).

“(…) a partir do momento em que vão para a escola, as crianças perdem o tempo que tinham para brincar. Os intervalos são curtos, por vezes de apenas 15 minutos para quase 5 horas de estudo na sala de aula, quando nem um adulto trabalha tanto tempo seguido. (...) É por isso que digo que a escola tem de ajudar, proporcionar a brincadeira (...), com a rua em vias de extinção, os recreios são a única alternativa que as crianças têm.”

Com isto, o/a educador/a deve pensar “fora da caixa” e encarar o recreio como um espaço que a criança usufrui para brincar e se libertar do espaço fechado da sala de aula e que, por vezes, é encarado como um espaço aborrecido. Esta utilização do recreio advém também da necessidade da criança explorar o ambiente livremente, deixando-a explorar os espaços que lhe despertem curiosidade e que lhe permitam praticar. Como elucida Maria Montessori (1937, p.71) quando alude que “O menino não pode desenvolver-se se não tem à sua volta qualquer objeto que lhe permita agir. Pensou-se até agora que o ensino mais eficaz era aquele que partia directamente dos educadores e, no entanto, é do ambiente.”

Assim, o/a educador/a deve ser um orientador das aprendizagens que a criança realiza auxiliando-a em todo o processo da aprendizagem e da descoberta de si mesmo (Montessori, 1937). Pode fazê-lo associando os dois espaços distintos que o jardim de infância tem para oferecer e aproveitando a ligação com a natureza que o recreio acima referido possui já que, “(...) brincar não é só manipular brinquedos, é estar em confronto com a natureza, com o risco, com o imprevisível e com a aventura. E uma criança que não o faz, dificilmente no futuro assumirá riscos, enfrentará adversidades com segurança.” (Macedo, 2018, s/p).

## **2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO**

Nesta secção apresentamos as razões – fundamentação teórica e contextualização – que nos levaram a experimentar a prática educativa que aqui relatamos.

### **2.1 Porquê aprendizagens matemáticas no recreio?**

O ato de brincar desempenha um papel fundamental para as crianças sendo também um forte aliado ao processo de aprendizagem. Desta forma, se é possível brincar e aprender, procuramos abrir horizontes e perceber se é possível efetuar aprendizagens, especificamente no domínio da Matemática, em ambientes que não os convencionais. Apoiamo-nos na literatura para escolher que aprendizagens matemáticas abordar e porque promover essas aprendizagens no recreio.

### 2.1.1 *Que aprendizagens matemáticas?*

O desenvolvimento do conceito de número natural e a aritmética é um processo progressivo e perdurável que só é possível devido às diversas experiências pelo tempo de infância e da adolescência (Fritz et al., 2019). Na Educação Pré-Escolar, as experiências matemáticas devem partir dos interesses da criança e da sua vida no quotidiano quando elas brincam e exploram o mundo (Silva et al., 2016). As crianças desde cedo demonstram interesse e destreza com a matemática (Clements & Sarama, 2014) e já realizam experiências de manipulação e de comparação de quantidades (Nunes & Bryant, 2007).

Quando as crianças estão a desenvolver essas experiências que envolvem quantidades aprendem também a realizar contagens ou seja, aprendem a dizer, pela ordem correta, a sequência numérica. No entanto, inicialmente elas não conseguem realizar a ligação entre quantidade e o sentido de número. Por outras palavras, as crianças sabem criar grupos de objetos com as mesmas quantidades, mas quando lhes perguntamos quantos objetos têm um dos grupos ou se o outro grupo tem o mesmo número de objetos, ela não nos sabe dizer (Nunes & Bryant, 2007). Além disso, o sentido de número é um desenvolvimento progressivo (Silva et al., 2016). Para crianças pequenas é difícil estabelecer as ligações entre o conhecimento que têm de números e o que compreendem sobre quantidades (Nunes & Bryant, 2007).

*Subitizing* é considerada uma das principais competências que as crianças devem de desenvolver em pequenas e consiste em identificar a quantidade exata de um grupo de elementos (Clements & Sarama, 2014), mais especificamente, consiste em indicar um determinado número de pontos, sem os contar ou seja, detetando rapidamente, de forma visual, quase como se de um movimento reflexivo se tratasse (Fritz et al., 2019).

Além das noções associadas ao conceito de número natural, nesta faixa etária são também importantes noções no âmbito da geometria. Considera-se o pensamento espacial como uma competência fundamental para a aprendizagem da matemática, sendo as duas competências relacionadas com o pensamento espacial a orientação espacial e a visualização espacial (Clements & Sarama, 2014). A orientação espacial consiste em sabermos onde nos posicionamos e como nos podemos deslocar, ou seja, compreender as diferentes relações entre posições no espaço, inicialmente quanto à sua posição e movimento e depois, numa perspetiva abstrata através da representação e interpretação de mapas e coordenadas. Quanto à visualização espacial baseia-se na conquista mental de gerar e manipular imagens de objetos em duas e três dimensões, imaginando-os em movimento ou fazendo combinações, permitindo “construir representações visuais que são essenciais para a vida” (Silva et al., 2016, p.80).

O(a) educador(a) deve promover o desenvolvimento da visualização espacial deixando as crianças observar e manipular diferentes objetos, pois deste modo permite-lhes “percepcionar mudanças de posição, orientação e tamanho dos objetos, ao mesmo tempo que desenvolvem noções geométricas importantes tais como a congruência, a semelhança e a transformação de figuras.” (Mendes & Delgado, 2008, p.12). Para desenvolver esta competência, o(a) educador(a) deve dar a oportunidade às crianças de brincar com tangrams, ou criar discussões em que se refiram as propriedades das formas, ou desenvolver atividades cinestésicas que levem as crianças a reconhecer, intitular e relatar formas e objetos, ou até realizar contornos de formas com materiais como paus (Clements & Sarama, 2014).

Ao falarmos de noções elementares relacionadas com a geometria, inevitavelmente falamos no conceito de forma geométrica que, além de ter também um papel muito importante noutros domínios, demonstra-se ser essencial para o desenvolvimento cognitivo (Clements & Sarama, 2014). As crianças começam a mostrar interesse pelas formas por volta do primeiro ano de vida (Silva et al., 2016). Designamos por forma geométrica as formas bidimensionais – Figuras geométricas – e formas tridimensionais – Sólidos geométricos – constituídas por pontos, retas ou planos. As figuras geométricas têm atributos definidores e propriedades que as caracterizam e que auxiliam a criança a identificá-las (Clements & Sarama, 2014). Consideramos atributos os que descrevem as partes da forma. A criança indica-nos atributos quando nos refere que o quadrado tem quatro lados. Quando a criança é capaz de referir que considera “um quadrado como uma figura plana que tem quatro lados iguais e quatro ângulos retos” (Clements & Sarama, 2014, p. 142) está a referir-se às propriedades. Estas descrevem uma relação entre as partes e encontram-se num nível mais complexo.

### 2.1.2 Porquê no recreio?

Na Educação Pré-Escolar, apesar de o horário com o acompanhamento da educadora responsável pelo grupo ser das 9:00 às 16:00 horas, as crianças podem entrar nas instalações escolares por volta das 7:45 horas, ficando com as animadoras até à hora de entrada na sala de atividades. A partir das 16:00 horas, voltam a poder ficar com as animadoras até às 19:45 horas. Desta forma, algumas crianças chegam a passar 12 horas nas instalações escolares.

Esta “escola-fábrica” como indica Carlos Neto (2020) está a tornar as crianças reféns de quatro paredes, reféns de programas curriculares exaustivos, reféns de quem lhes devia conceder a base para que pudessem ir à descoberta de si, do mundo em redor e dos outros.

Nestes horários programados para gente crescida conserva-se a grande questão: qual é o tempo que a criança dispõe para brincar? As crianças dos dias de hoje deixaram de brincar ou desaprenderam a brincar porque na correria do dia delas, não existe um tempo em que lhes permitam fazer o que todas as crianças deveriam fazer: brincar.

Brincar é lhes devido por direito, como está explícito na Declaração dos Direitos das Crianças (1959), princípio 7.º: “A criança deve ter plena oportunidade para brincar e para se dedicar a actividades recreativas, que devem ser orientados para os mesmos objectivos da educação; a sociedade e as autoridades públicas deverão esforçar-se por promover o gozo destes direitos.” Desta forma, compete aos adultos enquanto sociedade, enquanto educadores e professores, enquanto pais, lutar por este direito a que as crianças deveriam ter livre acesso.

A possibilidade de brincar, concede à criança excelentes benefícios. Segundo Sarmiento e colegas (2018) brincar faz parte do desenvolvimento da criança, permitindo-a vivenciar experiências que a façam saber como utilizar objetos ou lidar com uma determinada situação. O que é detalhado pela Academia Americana de Pediatria, no artigo *The Power of Play* (2018) afirmando que brincar, além de ser um estimulador da curiosidade e das habilidades de autorregulação, promove o desenvolvimento da linguagem e da imaginação, assim como, promove as interações entre os seus pares e pais, sendo este último, a base para relacionamentos saudáveis. O mesmo artigo é referido ainda que brincar auxilia o bom desenvolvimento cerebral e promove o processo da aprendizagem.

Para Neto (2020, p. 37) brincar “é adaptar-se a situações incertas, é treinar para o inesperado e imprevisível, é a vivência do instante, através de ações diversas na utilização do

corpo em espaços físicos (naturais e construídos) e na relação com os outros.” Neste treino para o “inesperado e imprevisível” a criança torna-se um pequeno explorador que escolhe livremente que atividades quer realizar dedicando-se com bastante “empenho de imaginação e de fantasia” (Neto, 2020, p. 39). Apesar de a criança aprender enquanto realiza o ato de brincar, não é esse o objetivo principal dela. A criança acaba por aprender sem se dar conta, pois ela “brinca para brincar” (Ferland, 2006, cit. por Sarmiento et al., 2018, p. 42).

O artigo *The power of Play* (Yogman et al., 2018), refere que brincar e aprender são processos que estão mutuamente envolvidos já que, a aprendizagem acontece quando as crianças se dedicam a atividades mais práticas, ou seja, a aprendizagem de novos conteúdos é mais facilitada quando é realizada por interações sociais e divertidas para a criança. Ao brincar, a criança está focada e atenta a explorar os materiais e o ambiente em que se encontra, tendo a possibilidade de vivenciar sensações sensoriais e emocionais consigo própria e com os que com ela se relacionam na brincadeira.

E é aqui que o adulto tem um papel fundamental. Ao ver a criança deliciar-se nas suas brincadeiras, o adulto pode compreender qual a linha de pensamento da criança, qual o seu temperamento e que mecanismos utiliza para realizar o que pretende. No entanto, o adulto pode optar por, além de ver, participar nessas brincadeiras de forma cuidadosa, mas que auxilie a criança na gestão dos materiais, na sua utilização, na própria dinâmica da brincadeira, como indica Neto (2020, pp. 53-54) “No ato de brincar, os adultos enquadram, sugerem e criam contextos de aprendizagem, facilitando os processos de aprendizagem da criança em múltiplas formas e direções”. O educador tem de levar a sério o ato de brincar assim como, tem o dever de participar nele e de o tornar o mais enriquecedor possível, já que além de estar comprovado de todos os benefícios que dele advém, também está descrito nas *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar* (2016) que brincar é algo natural à criança e que demonstra, de modo geral, como ela aprende e que brincar deve ser encarada como uma atividade enriquecedora e despertadora de aprendizagens, promovendo o desenvolvimento da criança devido ao seu maior envolvimento.

Sendo que o método de educação de Montessori (1937) se caracteriza pela importância dada ao ambiente, esta educadora defende que para a criança se desenvolver, o ambiente tem de ser preparado para ela, atendendo às suas necessidades, mas dando-lhe a oportunidade de ser independente:

“um ambiente que facilite a expansão do ser em via de desenvolvimento, na medida em que os obstáculos sejam reduzidos ao mínimo possível: é o ambiente que capta as energias, porque oferece os meios necessários ao desenvolvimento da atividade que delas resulta.” (Montessori, 1937, p.124)

Esta independência só surge devido ao material estar acessível às crianças, além de estar à altura das mesmas, podem usá-lo sempre que desejarem. Este ambiente a que Montessori se refere não é apenas em espaços interiores, já que uma das realidades que esta pedagogia educativa indica é que deixemos as crianças explorar ao ar livre, que deixemos que elas “escavem na terra, que tirem os sapatos na relva, que chapinhem na água e que corram à chuva” (Davies, 2020, p.18).

Face ao exposto, a resposta à questão com que intitulamos esta subsecção, parece-nos evidente: porque é onde se brinca de modo livre, onde há mais espaço para o fazer, onde há

materiais diferentes dos existentes na sala de aula, onde se pode contactar com a natureza (por exemplo: árvores, plantas, flores, terra, pequenos animais, pedras) possibilitando uma infinidade de experiências às crianças (Bento, 2015).

## 2.2 Descrição do Recreio

O recreio do jardim de infância onde decorreu a PES tem como característica notória os objetos diferentes do habitual. O espaço onde as crianças brincam a maioria do tempo não tem escorregas nem o chão é de pavimento sintético, entre outros aspetos normais neste tipo de espaços. Encontramos, sim, paletes que serviam de cozinha ao ar livre (fig.1);



**Figura 1** Casinha de paletes

assim como, troncos pequenos que serviam de banquinhos; pás de plástico; panelas pequenas de cozinha para fazer as “sopas”; antigas caixas de fruta de plástico em que as crianças entravam e faziam “corridas de carros”; um tronco grande em que as crianças imaginavam poder voar (fig.2).



**Figura 2** Tronco que servia de "avião"

Encontramos também, paus para as habituais “lutas”, cordas para saltar à corda ou para medir “forças”; antigos baldes de tintas que as crianças usam para transportar terra de um lado para o outro ou para levar folhas, na altura do outono, para a compostagem (figs. 3 e 4).



**Figura 3** Antigos baldes de tinta



**Figura 4** A compostagem

Havendo também antigas caixas de manteiga em que as crianças colocavam terra e pedrinhas e nos ofereciam os imaginários bolos de morango ou de chocolate; entre outras. O recreio era igualmente muito ligado à natureza, tendo diversas árvores, arvoredos e até uma pequena horta. Existindo também um centro de compostagem (fig. 4). Este espaço de recreio foi criado e organizado, intencionalmente, pela professora cooperante para possibilitar às crianças um ambiente enriquecido para aprendizagens livres. Foi através das brincadeiras espontâneas das crianças com estes objetos insólitos num recreio, que surgiu o propósito da estagiária de beneficiar da possibilidade de ligar a aprendizagem de conteúdos do domínio da matemática com estes momentos de brincadeira, passando a participar em algumas das brincadeiras das crianças.

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

A prática profissional foi implementada no recreio em três momentos distintos e também em dias diferentes. Procedeu-se à gravação das conversas entre a estagiária e as crianças aquando das brincadeiras livres. Caracterizamos as brincadeiras das crianças de diferentes formas, devido ao recreio inovador que encontramos e que nos fez reviver emoções da nossa própria infância. Ou seja, quando o ato de brincar era, evidentemente, ligado ao ar livre e quando todos e quaisquer objetos que encontrássemos davam asas à nossa imaginação e nos inspirava aos mais distintos momentos de lazer.

Recorremos a um guião com perguntas tipo (fig. 5) a realizar às crianças para aproveitando as brincadeiras das mesmas, em momento oportuno, trabalharmos alguns objetivos adequados à faixa etária das crianças. Este guião serviu de preparação à professora estagiária de modo a dar-lhe alguma confiança na implementação desta experiência.

**Questões para:**

**Desenvolver a noção de número**

**-Exemplos:**  
Quantas janelas tem a casinha de brincar?  
Quantas portas tem a casinha de brincar?  
Quantas folhas são?

**Para trabalhar a sequência numérica**

**-Exemplos:**  
Vamos contar... um, dois, três  
(contar em conjunto com a criança)|  
E se juntarmos mais um? Com quantos ficamos?

**Para trabalhar as dimensões**

**-Exemplo:**  
Esta folha é grande ou pequena?

**Para trabalhar as figuras geométricas**

**-Exemplos:**  
Qual é a forma da bola?  
É quadrada?  
Como se movimentam?

**Figura 5** Guião com exemplo de perguntas a realizar às crianças

Nas próximas subsecções descrevemos os momentos de implementação desta experiência de ensino e de aprendizagem.

### **3.1 Primeiro Momento no recreio**

A primeira intervenção da estagiária com as crianças ocorreu em meados de novembro de 2019 quando duas crianças – Mariana de 4 anos (nome fictício) e Joana de 3 anos (nome fictício) – estavam a brincar na casinha que existe no recreio. Deste modo, de forma a trabalhar a noção de número e a sequência numérica, a estagiária questionou o seguinte:

*Estagiária: -Quantas janelas tem esta casa?*

*Mariana: -Duas!*

*No entanto a menina mais pequenina, a Joana, rapidamente deu outra resposta:*

*Joana: -Não! Não tem não!*

A menina mais nova tinha razão. A casinha não tinha apenas duas janelas. Assim, prosseguiu-se a conversa:

*Estagiária: -Aí é?! Então vamos contar! Tem uma, mais?*

*Joana: -Duas...*

Como não continuavam a sequência, questionou-se:

*Estagiária: -A seguir ao dois, que número vem? Temos uma janela, duas janelas, depois vem...?*

*Joana: -Dez.*

Ao longo deste diálogo, a Mariana não se pronunciava. Então, a estagiária questionou se ela sabia qual seria o número que viria a seguir, Mariana apenas abanou a cabeça negativamente. Desta forma, a estagiária continuou a sequência até ao número total de janelas que a casinha tinha apontando para cada janela que pronunciava. Não ficou claro se as crianças tinham dificuldade a identificar a quantidade existente de determinado objeto ou se a dificuldade consistia na enunciação da sequência numérica.

### **3.2 Segundo Momento no recreio**

A segunda prática profissional ocorreu também durante o mês de novembro com um grupo de 10 crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 6 anos. No recreio, as crianças iam fazer um jogo com bola. Com as crianças organizadas em duas filas voltadas de frente umas para as outras, à vez, cada criança atirava a bola a outra da fila oposta à dela. O objetivo principal era que cada criança atirasse a bola de modo a que a outra criança a conseguisse apanhar, sem ter de sair da sua posição na fila. Aproveitando o facto de, para este jogo, se terem de formar duas filas com cinco meninos, enquanto se iam formando as filas, a estagiária foi questionando uma menina com 6 anos e de nome (fictício) Margarida, sobre quantos meninos existiam nas filas e, consoante iam chegando mais, quantos ficavam no final como mostra o seguinte diálogo:

*Estagiária: -Quantos meninos temos nesta fila, Margarida?*

*Margarida: -Três.*

Entretanto, chega outro menino:

*Estagiária: - Quantos temos agora?*

*Margarida: -Quatro.*

Finalmente chegou o último menino. A estagiária voltou a questionar e os meninos responderam corretamente e sem hesitar:

*Meninos: -Cinco.*

Deste modo foi possível abordar com as crianças a numeração, quantidades (de um a um e, até de cinco em cinco, quando se completaram as filas) e, ainda que de modo implícito, a noção de paralelismo (com a organização em filas). Bem como, trabalhar as formas geométricas, pois antes de se dar início ao jogo, questionou-se:

*Estagiária: -Como é a bola?! É quadrada, a bola?*

*Meninos: -É redonda!*

Embora tal não estivesse previsto fazer, a estagiária entendeu ser um momento apropriado para introduzir, com vantagem, aprendizagens matemáticas.

### 3.3 Terceiro Momento no recreio

A terceira intervenção da estagiária ocorreu no final de novembro de 2019 quando duas crianças na faixa etária dos 5 anos, Sofia e Ana (nomes fictícios) lhe ofereceram uma flor. Deste modo, surge um jogo improvisado com o qual se trabalhou números cardinais e ordinais (primeiro e segundo), sequência numérica e magnitudes (comparação de tamanhos):

*Estagiária: -Quantos ramos tem?*

*Sofia: -Um, dois, três, quatro, cinco.*

*Estagiária: -Vocês estão a contar muito! Eu conto: um, dois, três. Estes três ramos estão ligados a quê?*

*Sofia e Ana: -Estão aqui no pau!*

*Estagiária: -Então existem três ramos no pau (...) este é o primeiro ramo, neste ramo quantas folhas tem?*

*Sofia: -Uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, dez.*

Após este pequeno diálogo e de verificar que as respostas estavam corretas, como seria de esperar, a estagiária abordou as dimensões de um determinado objeto, neste caso, quanto às folhas:

*Estagiária: -São todas do mesmo tamanho?*

*Sofia e Ana: -Não, esta é a “mais grande”.*

*Estagiária: -Então dos três ramos, existem dois do mesmo tamanho e outro, que é maior ou mais pequeno?*

*Sofia e Ana: -Mais pequeno.*

*Estagiária: -No ramo pequeno as folhas são todas do mesmo tamanho?*

*Sofia: -Não, há pequenas, médias e grandes.*

*Estagiária: -O que é maior, as folhas ou as flores?*

*Sofia e Ana: -As flores!*

No sentido de ajustar o vocabulário matemático, abordou-se o assunto de outra forma:

*Estagiária: -As flores são maiores que as folhas?*

*Sofia e Ana: -Não, as folhas são maiores.*

### 3.4 Quarto Momento no recreio

A quarta e última intervenção da estagiária enquanto prática profissional no recreio deu-se em dezembro de 2019 quando a educadora cooperante sugeriu unir fios à volta de três pilares, para que os meninos regulassem os fios dependendo de como queriam executar a brincadeira. Se os meninos queriam saltar por cima da corda, adaptavam à sua medida (fig.6).



**Figura 6** Crianças a tentarem saltar por cima das cordas

Se queriam passar por baixo da corda, colocavam-na à altura que consideravam adequada (fig.7).



**Figura 7** Crianças a passarem por baixo da corda enquanto outras saltavam

Enquanto observávamos as crianças a explorar os fios, reparamos que a junção dos mesmos dava origem a uma figura geométrica, mais especificamente, um triângulo, e que poderíamos retirar algum aproveitamento com a finalidade de promover aprendizagens matemáticas, no sentido de desenvolver a componente de Geometria. Para tal, a estagiária abordou a Beatriz (nome fictício) na faixa etária dos 5 anos e questionou-a sobre a forma que os fios ligados aos postes criavam, a criança adotou uma atitude observadora e determinada, e conseguiu responder rápida e acertadamente, sem hesitar, desligando-se do que se passava à sua volta e focando-se no que lhe estavam a questionar.

*Estagiária: - Qual é a forma disto, que te parece isto?*

*Beatriz: - Um triângulo.*

A Beatriz conhecia bem as figuras geométricas, mas quando a questionamos do porquê da sua resposta, porque designou a forma que via de triângulo, a criança ficou sem saber que resposta nos dar. Assim, iniciamos um diálogo para que ela identificasse as características de um triângulo:

*Estagiária: - Disseste que isto parecia um triângulo, porquê?*

*Beatriz: - Porque tem assim, assim e assim. – disse assinalando os fios presos nos postes.*

Com esta resposta, a Beatriz revelou que sabia identificar os lados do triângulo, mas a sua resposta podia ser mais explícita. Assim, questionou-se de um modo diferente:

*Estagiária: - Quantos fios tem?*

*Beatriz: - Um, dois, três. – Contou.*

Prosseguimos o diálogo com a finalidade de descobrirmos os vértices. Não lhes foi designado este nome para que a criança conseguisse, numa fase inicial, identificar e compreender todos os componentes de um triângulo.

*Estagiária: - Quantos postes têm a segurar?*

*Beatriz: - Um, dois, três. – respondeu novamente.*

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

A implementação da prática educativa decorreu de forma que favoreceu a aprendizagem das crianças com as quais a estagiária interagiu. Os diálogos apresentados denotam que as crianças aderiram natural e voluntariamente à conversa com a estagiária e que foram ajustando as conceções matemáticas que tinham às aceites pela comunidade. Assim, as brincadeiras das crianças foram enriquecidas, para o que também ajudou sentirem-se à vontade e sem pressão de estarem a ser avaliadas ou de terem de apresentar um resultado final, como um desenho ou uma construção bem elaborada. Constatamos que tal como indica a literatura (Neto, 2020; Montessori, 1937; Sarmiento et al., 2018; Yogman et al., 2018) a liberdade e leveza com que são realizadas este género de práticas beneficia a criança, no sentido em que esta está envolvida com o que está a executar de forma espontânea e está a sentir prazer com isso. Assim o/a educador/a pode usufruir dessa atenção, já que se é algo que interessa à criança, e se lhe dá a possibilidade de aprender algo novo sobre o objeto que está a manusear ou brincadeira que está a executar, a criança vai aproveitar e interiorizar. Sugerimos que este género de prática educativa seja realizada de modo frequente nos momentos que as crianças têm no recreio. No caso concreto deste recreio o material nele existente possibilitaria muitos outros jogos envolvendo aprendizagens matemáticas (entre outras) que dado o contexto de PES não foi possível realizar. No entanto, consideramos fundamental que o/a educador/a saiba respeitar a criança e permitir também que possa desfrutar do seu tempo sozinha, ou seja, tenha autonomia e liberdade no recreio. A ideia principal não é o/a educador/a impor algo à criança, mas sim aproveitar algum objeto ou brincadeira que parta da criança, para potenciar a aprendizagem de conteúdos que achar convenientes ou que a própria criança manifeste interesse. Muitas vezes acontece que as crianças mais pequenas não sabem brincar no recreio, ao ar livre, não sabendo inventar jogos e brincadeiras num espaço onde não há nada com que jogar. O facto de existirem materiais que eles possam usar e interagir com as outras crianças é uma mais valia e, mais ainda, se o(a) educador(a) se juntar a eles e brincar, as crianças envolvem-se plenamente e ficam predispostas a aprender, brincando. As brincadeiras, inicialmente, propostas pelo(a) educador(a) serão usadas no futuro de modo livre pelas crianças com variantes de sua autoria.

Constatamos que esta prática de partir da criança e servir a criança pode não ser fácil, na perspectiva que o/a educador/a acaba por ter de sair da sua zona de conforto e de se deparar com algo que não pode ser planificado porque são momentos espontâneos. O/A educador/a pode ter, sim, uma gestão do que pode desenvolver e do que pode potenciar com cada criança, tendo em

conta a sua faixa etária, o seu estado de desenvolvimento e os gostos pessoais, entre outros. A experiência vivida pela estagiária permitiu aquilatar as dificuldades, o que a levou, juntamente com a orientadora, a preparar um guião de questões que poderia utilizar em situações variadas e deste modo sentir-se mais segura nas suas intervenções. Constatou ainda que é preciso ter agilidade mental, raciocínio rápido e conhecimentos matemáticos e didáticos que suportem essa ação, para conseguir aproveitar o que a criança propõe de forma subtil, mas cirúrgica. Se isto pode ser um ponto menos favorável neste género de prática, a possibilidade de ser realizada noutra tipologia de espaço, o recreio, ou de poder reinventar e adaptar esse espaço de acordo com o grupo de crianças com que se trabalha no momento, é uma mais valia. Basta o/a educador/a estar aberto à mudança e inspirar-se no mundo ao seu redor e nas crianças que o/a acompanham.

A possibilidade de outros/as educadores/as usarem este tipo de práticas, poderia envolver breves cursos de formação contínua. Para que um/a educador/a consiga implementar este tipo de abordagem deve conhecer bem o género de recreio que o rodeia para gerenciar de forma pedagógica e produtiva a abordagem a realizar. No caso de o/a educador/a considerar que os materiais disponíveis não são suficientes ou os melhores para este tipo de abordagem, pode enriquecer esse espaço recorrendo à sua criatividade. No entanto, há duas barreiras que não devem ser ultrapassadas: a liberdade da criança poder brincar com o que quiser e a da abordagem ocorrer de forma natural. Esta abordagem deve ser um suplemento na brincadeira de modo que a criança encare a intervenção com uma leveza tal que considere que estamos a brincar com ela. Deste modo, deixa-se levar na aprendizagem e adquire os conteúdos mais facilmente. Deixamos em aberto a possibilidade de este tipo de estratégia poder ser uma mais valia também para crianças com necessidades educativas especiais.

## **5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES**

A prática educativa que relatamos neste artigo dá os seguintes contributos para a comunidade dos/as educadores da Educação Pré-escolar no âmbito da matemática:

1) mostra que é possível abordar, com vantagem, noções associadas ao número e à geometria através de interações entre a educadora e a(s) criança(s) em ambiente de recreio aproveitando as brincadeiras desta(s);

2) aponta uma forma dos educadores se prepararem para este tipo de prática educativa, que, aparentemente, é implementada de improviso dado estar intimamente associada às brincadeiras da(s) criança(s): elaborar uma lista de questões tipo adequadas aos vários conteúdos matemáticos que se pretendam abordar, tendo em conta algumas das brincadeiras normalmente efetuadas pelas crianças e eventualmente recorrendo à criatividade para prever/imaginar outras;

3) permite um contacto mais individualizado com cada criança, conhecendo melhor as suas capacidades, interesses e atitudes.

Entendemos que esta prática educativa pode ser utilizada também no 1.º ciclo do ensino básico, alargando-se as possibilidades de noções matemáticas que podem ser abordadas. Dado a prática educativa relatada ter sido efetuada no âmbito da unidade curricular PES, o tempo disponível pela estagiária para a implementação desta prática foi reduzido. O estudo mais

aprofundado e alongado no tempo de outras experiências deste tipo, poderão dar outros contributos e mais detalhados.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem aos revisores as sugestões dadas que permitiram melhorar a versão final deste artigo.

## REFERÊNCIAS

- Bento, G. (2015). Infância e espaços exteriores – perspetivas sociais e educativas na atualidade. *Investigar em educação, 4*, 127-140.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). *Learning and Teaching Early Math: The Learning, Trajectories, Approach*. Routledge.
- Davies, S. (2020). *A criança Montessori: Um guia para a educação de seres humanos curiosos e responsáveis*. Editorial Presença.
- Declaração dos Direitos da Criança (1959). Retirado de [https://hff.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/06/declaracao\\_dos\\_direitos\\_da\\_criancadoc.pdf](https://hff.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/06/declaracao_dos_direitos_da_criancadoc.pdf)
- Fritz, A., Haase, V. G., & Rasanen, P. (2019). *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties*. Springer.
- Largo-Wight, E., Guardino, C., Wludyka, P., Hall, K., Wight, J., & Merten, J. (2018). Nature contact at school: The impact of an outdoor classroom on children's well-being. *International Journal of Environmental Health Research, 8*(6), 653-666.
- Macedo, C. (2018). Entrevista a Carlos Neto: “A brincadeira pode ser a resposta para a maioria dos males”. Retirado de <https://www.delas.pt/carlos-neto-entrevista-brincar/familia/389874/>, em 9/12/2019
- Mendes, M., & Delgado, C. (2008). *Geometria: Textos de Apoio para Educadores de Infância*. Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Montessori, M. (1937). *Educação e Paz*. Portugália Editora.
- Mourão-Carvalho, I., Costa, C., & Coelho, E. (2018). Sabias que a atividade física ajuda a pensar? O contributo do treino motor na aprendizagem da matemática. In A. M. Abreu & J. Rato (Coord.). *Neuropsicologia do desporto e do movimento humano. O que te faltava saber!* (pp.141-162). Climepsi Editores.
- Neto, C. (2020). *Libertem as crianças – A urgência de brincar e ser ativo*. Contraponto Editores.
- Nunes, T., & Bryant, P. (2007). Paper 2: Understanding whole numbers. Nuffield Foundation - University of Oxford.
- Sarmiento, T., Ferreira, F. I., & Madeira, R. (2018). *Brincar e Aprender na Infância*. Porto Editora.
- Silva, I. L., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Ministério da Educação.
- Yogman, M., Garner, A., Hutchinson, J., Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R. (2018). The power of play: a pediatric role in enhancing development in young children. *Pediatrics, 142*(3), 1-18.

## CONSTRUCCIÓN Y EMPLEO DE UN ESPECTROFOTÓMETRO CASERO DURANTE EL CONFINAMIENTO

CONSTRUÇÃO E USO DE UM ESPECTROFOTOMETRO CASEIRO DURANTE O CONFINAMENTO  
CONSTRUCTION AND USE OF A HOMEMADE SPECTROPHOTOMETER DURING THE LOCKDOWN

**Ramón Cid & Daniel González-Fernández**

Depto Didácticas Aplicadas Universidad de Santiago (USC), España  
rcidmanzano@gmail.com

**RESUMEN** | Las prácticas de laboratorio como parte esencial de la enseñanza de ciencias en general y de Física y Química de forma más concreta, se han tenido que adaptar a la docencia no presencial sobrevenida a causa de las restricciones de movilidad decretadas por la COVID-19. Por este motivo, presentamos una actividad de laboratorio que, de forma sencilla, aproxima el análisis espectroscópico cuantitativo al alumnado de secundaria según su nivel y sirve de introducción al complejo contenido del comportamiento cuántico en la interacción luz-materia, adecuando a las condiciones domésticas los materiales y procedimientos habituales a realizar en un laboratorio.

**PALABRAS CLAVE:** Educación Secundaria, Física y química, Práctica no presencial, Espectroscopía, Teléfonos móviles.

**RESUMO** | As práticas de laboratório como parte essencial do ensino de ciências em geral e da Física e da Química de maneira mais concreta, tiveram que ser adaptadas ao ensino não presencial devido às restrições de mobilidade decretadas pela COVID-19. Por esse motivo, apresentamos uma prática de laboratório que, de maneira simples, aproxima a análise quantitativa espectroscópica dos alunos do ensino secundário de acordo com seu nível e serve como uma introdução ao conteúdo complexo do comportamento quântico na interação luz-matéria, adaptando às condições domésticas os materiais e procedimentos usuais a serem realizados em laboratório.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Secundária, Física e química, Prática não presencial, Espectroscopia, Telemóveis.

**ABSTRACT** | The Laboratory practices as an essential part of science teaching in general and Physics and Chemistry in a more concrete way, has had to be adapted to no-classroom teaching due to the mobility restriction enacted by COVID-19. For this reason, we present a laboratory practice that, in a simple way, approximates the quantitative spectroscopic analysis to secondary school students according to their level and serves as an introduction to the complex content of quantum behavior in the light-matter interaction, adapting to the domestic conditions the usual material and procedures to be performed in the laboratory.

**KEYWORDS:** Secondary Education, Physics and chemistry, Non-classroom practice, Spectroscopy, Mobile phones.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha venido incrementando el interés en la investigación didáctica dirigida a la enseñanza de los contenidos científicos hacia la integración de la contextualización, indagación y modelización como procesos imprescindibles en el aprendizaje de la competencia científica (Caamaño, 2011; Jiménez Aleixandre y Puig, 2013). Este trabajo se centra particularmente en el primero de los elementos: la contextualización, abordando la interacción cuántica luz-materia conectada con el análisis químico relacionándola con el entorno del alumnado, con la doble intención de establecer la importancia científica del procedimiento que se presenta, y, de otra, ayudar a iniciar al alumnado en los principios conceptuales -la física cuántica- que subyacen en ese proceso experimental. Ya en décadas pasadas aparecieron en los sistemas educativos avanzados las llamadas relaciones CTS (ciencia-tecnología-sociedad), a la que se les unió posteriormente el medio ambiente (CTSA), en algunos de ellos. A la hora de conectar estas relaciones con las prácticas de enseñanza aparecieron dos estrategias diferentes: una consistente en partir de los aspectos conceptuales para explicar la realidad que rodea al alumno, y otro en el que se parte de esa realidad para desarrollar los conceptos y proponer los modelos. Este segundo enfoque ha sido considerado en varias reformas educativas llevadas a cabo en varios países, y responde directamente con uno de los factores que ha de estar presentes en un aprendizaje en el que el alumno construye su conocimiento: el proceso “situado”, es decir, la adquisición del conocimiento siempre tiene lugar en un contexto o situación específica.

Los contenidos relacionados con el comportamiento cuántico del mundo que nos rodea están no exentos de dificultad para el alumnado, por tratarse de un fenómeno ligado a la estructura más elemental de la materia, no ser “tangibles” en términos de percepción directa y estar alejado, aparentemente, de la realidad más cercana de los estudiantes. Sin embargo, este tipo de contenidos aparecen en diferentes aproximaciones en los currículos de varios niveles en la enseñanza secundaria. De especial importancia es su presencia en la enseñanza del modelo atómico actual, en el que la física cuántica es el núcleo conceptual en el que se sustenta su explicación. Por otra parte, la mayoría de las herramientas analíticas que son utilizadas para elucidar la estructura y propiedades de la materia tienen la interacción cuántica luz-materia como base conceptual del procedimiento seguido.

Lejos de ese alejamiento aparente del entorno próximo del alumno, la realidad cuántica es algo permanente en todo lo que nos rodea, y por ello presentamos aquí una adaptación de una actividad experimental de laboratorio (Cid Manzano y González-Fernández, 2020) para ser realizada individualmente en casa, tanto en tiempo de confinamiento como alternativa a la que se puede realizar de forma colectiva en el centro escolar. Se trata de seguir la estrategia del “proceso situado” para estudiar el fenómeno de la interacción cuántica luz-materia desde una intención contextualizada: conocer la concentración de una “disolución casera” por medida de la luz absorbida.

Esta acción se fundamenta en la realización de medidas de absorción de luz “monocromática” por disoluciones de un determinado color que presentan diferentes concentraciones. En particular, se ha elegido colorante alimentario como soluto para crear las disoluciones de trabajo, y, naturalmente, el resto de la “instrumentación” necesaria está al alcance del alumnado en sus casas, no presenta ningún problema de riesgos inherentes al procedimiento, y permite un estudio cuantitativo del proceso. Hay que destacar, además, que es el teléfono móvil del estudiante, a través de una aplicación o app gratuita, el protagonista de la

toma de datos, lo que facilita enormemente el desarrollo del procedimiento dada la destreza que tiene el estudiantado en el manejo de estos dispositivos.

Por tanto, el objetivo fundamental de esta actividad es establecer en el alumnado un acercamiento al mundo cuántico a través de un procedimiento sencillo, que se acerca, además, al trabajo real del análisis químico, lo que le confiere una conexión directa entre el mundo conceptual y el procedimental, entre el área de la ciencia fundamental y el área de la ciencia aplicada.

Esta acción ya se ha realizado en el laboratorio escolar en cursos pasados, tanto en el nivel de la enseñanza secundaria como en el Máster de Formación de Profesorado de Secundaria de la Universidad de Santiago de Compostela en la materia de Didáctica de la Física y Química, lo que ya nos había permitido una elaboración específica, estructuración, seguimiento y evaluación de la actividad en su momento. El resultado obtenido en la situación de enseñanza presencial nos llevó a elaborar una adaptación de las acciones a realizar a una situación de confinamiento, modificando determinados aspectos materiales y procedimentales para el mejor desarrollo de la actividad al caso individual y en el marco de la vivienda de la alumna o del alumno.

Por la propia situación derivada de la pandemia, se tomó la decisión de proponer la actividad de forma voluntaria a alumnado de diferentes niveles de secundaria, dado que se presentaban muy diferentes situaciones académicas y personales entre los estudiantes durante el confinamiento. Debido a esto la evaluación concreta del proceso no tenía sentido en términos estadísticos, más allá de una aproximación general a ciertos aspectos de la propuesta. En particular, la mayoría del alumnado que decidió realizar la acción ya poseían unas competencias de todo tipo por encima de la media, y no sería representativo extrapolar los resultados de su evaluación al marco general de cada una de las aulas participantes.

En todo caso, dado que se trata de una acción previamente contrastada en el marco de la instrucción convencional previamente desarrollada, no consideramos que la falta de este estudio concreto dificulte la valoración didáctica, por parte de quien lea este trabajo, de la propuesta que aquí se presenta.

## **2. FUNDAMENTO Y CONTEXTO**

La implementación de forma urgente de un modelo de docencia no presencial debido a las medidas excepcionales y temporales decretadas durante este año a causa de la COVID-19 en distintos países (Portugal: Presidência do Conselho de Ministros, 2020; España: Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática, 2020) supuso la necesidad de transformar actividades ya programadas para este curso en otras que el alumnado pudiera realizar con el material que tienen en sus casas, por su cuenta, de forma segura y siguiendo las instrucciones elaboradas por el profesorado.

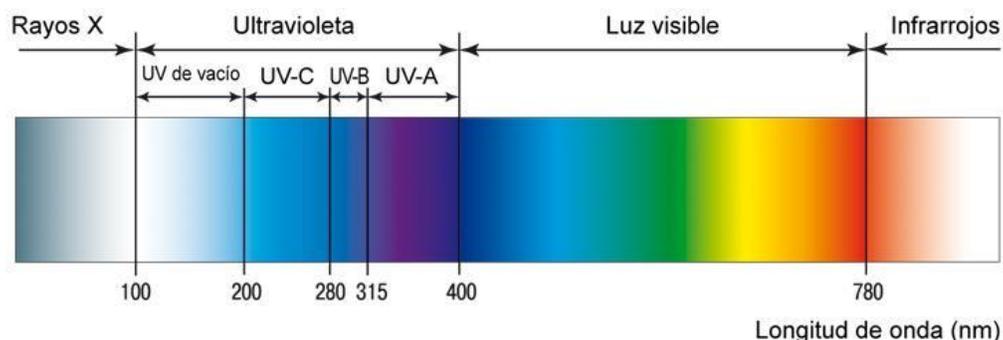
Además de los aspectos didácticos que se acaban de abordar en la Introducción, las prácticas de laboratorio en Ciencias Experimentales son clave en el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que fomentan un mayor interés por la materia en el alumnado y ayudan al logro de un aprendizaje significativo (Bermúdez Rochas, 2012). Esta es la razón de que presentemos una adaptación a la situación de enseñanza no presencial actual de la práctica de laboratorio que ideamos sobre la utilización del análisis espectroscópico y con la que, como ya se ha señalado,

pretendimos aproximar de forma sencilla esta técnica al alumnado de secundaria unido a la comprensión de la interacción cuántica luz-materia. Se proponen diferentes alternativas en la parte de cálculo y tratamiento de datos con objeto de adaptarla al nivel competencial del alumnado en cada curso. Las adaptaciones realizadas sobre la propuesta original están dirigidas a que el alumnado pueda desarrollar la actividad experimental por su cuenta desde sus casas.

Por otra parte, y como ya se ha indicado anteriormente, esta “actividad casera” no está restringida a episodios de confinamiento, como los relacionados con la COVID-19, sino que ha sido implementada como complemento a la instrucción habitual para los contenidos procedimentales de Química, pero, también, puede ser útil en otro tipo de procesos de enseñanza-aprendizaje como son las actividades online ligadas a la estrategia didáctica de “flipped classroom” (Molés Bort y Monferrer Pons, 2013).

El análisis espectroscópico aparece como contenido en el currículo oficial español (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015) de la materia de Física y Química en el primer curso de bachillerato (16-17 años) como una de las técnicas fundamentales de reconocimiento de sustancias, estando presente también en la fundamentación de los modelos cuánticos del átomo en casi todos los cursos de la enseñanza secundaria.

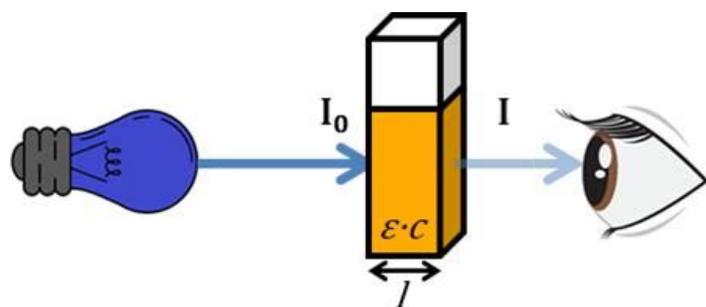
Entre las técnicas espectroscópicas, aquellas en las que el analito sufre procesos de absorción, emisión o luminiscencia, se encuentra la espectroscopía o espectrofotometría ultravioleta-visible. En ella se aprovecha la absorción de la radiación electromagnética en las zonas del ultravioleta y visible del espectro (Figura 1).



**Figura 1** Espectro de la radiación electromagnética.

Existen dos expresiones matemáticas básicas en la espectroscopía de absorción (Figura 2). Por una parte, la medida de la relación entre la intensidad de luz incidente ( $I_0$ ) y la intensidad de la luz transmitida ( $I$ ) proporciona la absorbancia ( $A$ ) según la expresión:  $A = -\log(I/I_0)$ .

En el caso de disoluciones suficientemente diluidas se cumple que la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de la especie absorbente ( $c$ ) y a la longitud atravesada por la luz en el medio ( $l$ ) de acuerdo con la Ley de Beer-Lambert:  $A = \varepsilon \cdot l \cdot c$ . El parámetro de proporcionalidad  $\varepsilon$  se denomina absorptividad molar y depende del medio.



**Figura 2** Esquema del proceso de absorción donde se representan los parámetros implicados.

La medida de las intensidades de luz incidente y transmitida a una determinada longitud de onda se realiza empleando un espectrofotómetro. Uno de los principales problemas, a parte de la imposibilidad de contar con uno de estos instrumentos en los hogares -o incluso en los departamentos de Física y Química muchos centros de enseñanza secundaria por su elevado coste- es que su utilización suele presentar el problema didáctico de “caja negra”, que aparece cuando todo ocurre en el interior de un dispositivo sin que el alumnado llegue a ver por sí mismo lo que verdaderamente está sucediendo desde el punto de vista físico. El uso de estos dispositivos costosos y sofisticados produce, en general, en los cursos de secundaria, resultados de pobre significación didáctica, estando por tanto comprometido el verdadero aprendizaje significativo. Por estas razones, existen diferentes propuestas para la elaboración de espectrofotómetros “caseros” en las que se emplean tanto probetas (Gordon y Harman, 2002), LEGOs (Knagge y Raftery, 2002), cámaras digitales (Quagliano y Marks, 2013), circuitos electrónicos simples con un diodo emisor de luz (LED) y una resistencia dependiente de la luz (LDR) (Delgado, et al., 2014), discos compactos (CDs) (Taha, et al., 2017), o caja de cartón con una aplicación de teléfono móvil, que es la que nosotros elegimos como referencia (Kuntzleman y Jacobson, 2016).

Nuestra propuesta incide en tres aspectos: por una parte, habituar al alumnado al procedimiento de preparación de muestras; acercamiento a la instrumentación empleada en la espectroscopía de absorción, simplificando para ello el montaje e implicando al alumnado en su realización, abaratando los costes, y reduciendo la dificultad matemática del proceso respecto a otras iniciativas; y por último, tratamiento de los datos obtenidos en función del nivel del curso en el que se realiza la actividad. En este sentido, el empleo de una aplicación que el alumnado puede descargar en su propio teléfono móvil facilita el proceso de toma y registro de datos, dada la destreza que tienen en el manejo de estos dispositivos. De esta forma, y como ha sido indicado anteriormente, la implicación del alumnado en la realización de todo el proceso —montaje / experimentación / medidas / tratamiento de datos / resultados / conclusiones— permite alcanzar con garantías el objetivo didáctico pretendido.

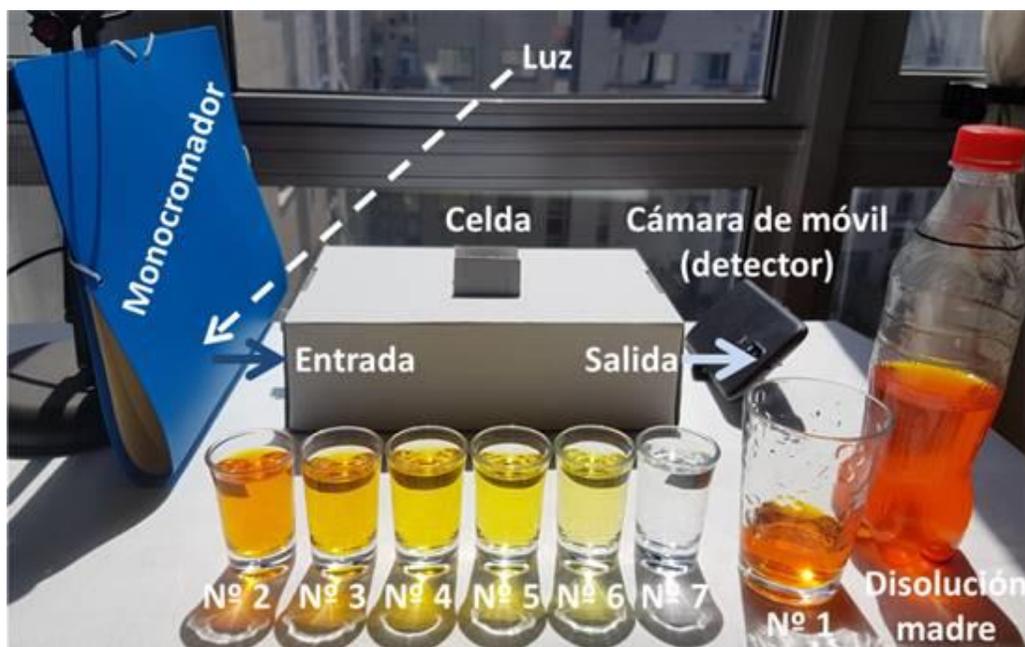
Como particularidad diferenciadora de la actividad que aquí se presenta en comparación con la actividad original —y que ya se ha desarrollado en el aula de laboratorio y también en el curso de Máster de Formación de Profesorado de Secundario de la Universidad de Santiago de Compostela— está la sustitución del uso de todo el material y reactivos típicos de un laboratorio por otros a los que puede tener acceso el alumnado en sus hogares, de forma que no haya ningún problema a la hora de realizar esta práctica fuera del centro de enseñanza y de forma individual y segura.

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

#### 3.1 Construcción del espectrofotómetro

En esta práctica el alumnado construirá un espectrofotómetro de “haz simple” con un único compartimento de celda a partir de los siguientes materiales (Figura 3):

- *Fuente de luz:* se empleará la luz ambiental, tanto la luz solar como la producida por la iluminación de la habitación en que se encuentren, pudiendo usarse una linterna o la luz del flash de un móvil de ser necesario aumentar su intensidad.
- *Monocromador:* una cartulina azul que absorberá las demás longitudes de onda de la luz blanca incidente reflejando la luz azul. En este caso la luz “monocromática” deseada es la azul por la coloración de la disolución problema que se pretende analizar. En caso de querer usar una disolución de otra coloración, simplemente tendríamos que cambiar la cartulina (el “monocromador”). También se puede utilizar como emisor de la luz de trabajo la pantalla de un dispositivo electrónico —tablet o laptop— donde se selecciona el color deseado.
- *Celda:* caja de cartón provista de dos aperturas de 1 cm de lado en caras opuestas, que actuarán como ventanas de entrada y salida del “haz monocromático”, y una tercera apertura en la cara superior de la caja, situada perpendicularmente a la trayectoria del haz de luz, donde se situará el vasito de cristal o recipiente similar, a modo de cubeta, con la disolución a analizar.
- *Detector:* cámara de un teléfono móvil en el que se ha instalado una aplicación de reconocimiento de colores. En particular, nosotros hemos utilizado la aplicación ColorMeter Free – color picker (Vistech.projects, 2014), que nos proporciona de 0 a 255 la “intensidad” de los colores rojo-verde-azul de la luz en el punto de enfoque de la cámara del móvil.



**Figura 3** Montaje del espectrofotómetro casero donde se indican las partes que lo componen.

### 3.2 Desarrollo de la experiencia

Como ya se ha indicado, el objetivo de esta actividad es acercar el análisis espectrofotométrico al alumnado de secundaria, permitiéndole determinar la concentración de una disolución problema mediante técnicas espectroscópicas y, al mismo tiempo, iniciarse en el conocimiento de la interacción cuántica luz-materia.

A diferencia de nuestra experiencia original —realizada en el centro escolar— donde empleamos como muestra a analizar una disolución de sulfato de cobre (II), reactivo químico de uso habitual en los laboratorios escolares de secundaria (Herdia Ávalos, 2006) y que presenta una coloración azul característica, en esta ocasión propusimos la utilización de colorantes alimentarios, dada su menor peligrosidad y toxicidad. Se trata de compuestos que se pueden adquirir en tiendas de alimentación y su coste no es elevado, existiendo en diferentes formatos, sólidos o líquidos, y colores. Según el tipo de colorante empleado, el procedimiento para preparar las disoluciones puede tener ligeras modificaciones.

A la hora de escoger el colorante para esta práctica hay que tener en cuenta la aproximación que se realiza al simplificar que una disolución absorbe la “luz complementaria” a su color, siguiendo la “rueda de colores” que se muestra en la Figura 4 (Reusch, 2013).



**Figura 4** Rueda de colores con las longitudes de onda asociadas a cada uno.

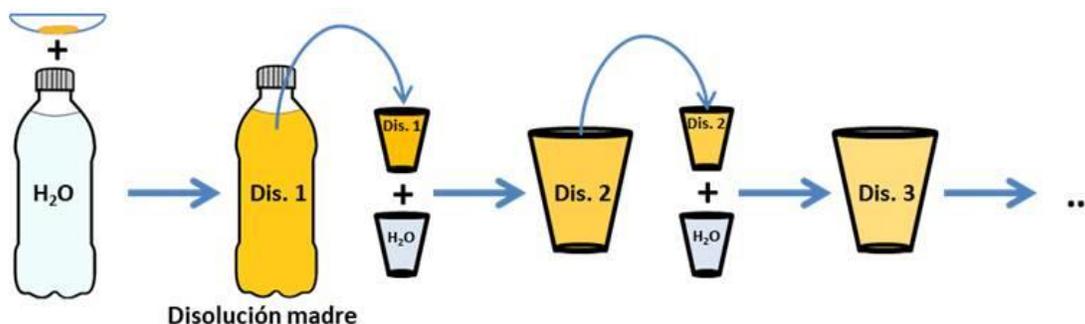
En la práctica que aquí presentamos utilizaremos un colorante alimentario habitual en las cocinas como sustituto económico del azafrán (Figura 5). Este aditivo, compuesto de harina de maíz, tartracina (E-102), rojo allure (E-129), azorubino (E-122) y azul indigotina (E-132), le confiere un color anaranjado característico a las comidas y a la disolución empleada aquí. En este punto hay que tener en cuenta que el ojo humano no presenta la misma sensibilidad para todos los colores (Shakhashiri, 1983), por lo que se puede realizar una aproximación y considerar que la disolución del colorante presenta un color anaranjado porque absorbe la luz en un rango próximo a los 420-490 nm, lo que le corresponde a una zona de absorción en la zona azul del espectro (ver Figura 4).



**Figura 5** Caja (izquierda), sobres (centro) y colorante (derecha) empleado en esta práctica.

### 3.2.1 Preparación de las disoluciones

El alumnado preparará una disolución inicial de 1.6 g/L. Para ello disolverá el contenido de uno sobres de colorante directamente en una botella de agua de 500 mL o, en su defecto, en una botella en la que previamente se marcó su aforo. A partir de esta disolución madre se prepararán 5 disoluciones por dilución sucesiva con agua (Figura 6). La séptima disolución formada solo por agua, actuará de blanco. El conjunto de estas 6 disoluciones servirá para construir la curva de calibrado. A falta de tubos de ensayo y cubetas de absorción en los que situar las disoluciones, el alumnado podrá emplear vasos o recipientes de cristal pequeños.



**Figura 6** Procedimiento de la preparación de las disoluciones patrón por dilución sucesiva.

La ausencia de instrumentación adecuada en los hogares no hace posible preparar las disoluciones patrón con gran exactitud. De ahí la importancia de remarcar al alumnado que la práctica a realizar solo pretende aproximarlos a técnicas que se realizan de forma habitual en un laboratorio de análisis pero, en esta ocasión, hay que tener en cuenta las limitaciones que existen en sus viviendas. Por otra parte, como profesorado, también hay que tener en mente que el objetivo de esta actividad no está en la precisión y exactitud de los resultados, sino que busca acercar al alumnado al trabajo científico en un laboratorio y, de forma más concreta, al procedimiento del análisis espectroscópico de absorción, incidiendo en aquellos pasos que, por motivos evidentes, simplifican etapas realizadas con mayor rigurosidad en el laboratorio.

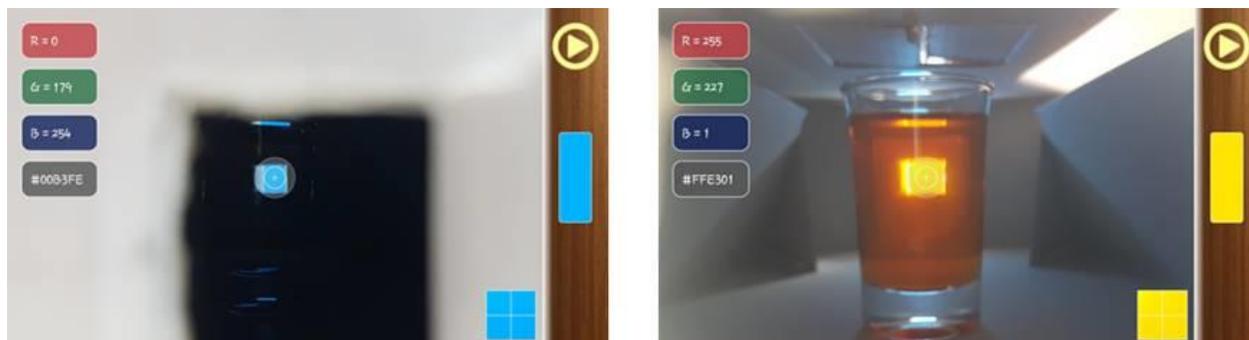
Por otro lado, hay que tener en cuenta que todo el contenido del sobre no es colorante, ya que presenta excipientes como la harina de maíz que aportan peso y no coloración a la disolución. En este punto se puede proponer al alumnado que planteen formas alternativas al procedimiento entregado como, por ejemplo, la separación de residuos insolubles por filtración por gravedad empleando un filtro de café.

Una alternativa más cualitativa para este procedimiento sería emplear colorante líquidos y añadir un número de gotas progresivo a los vasos que se utilizarán en la curva de calibrado.

### 3.2.2 Realización de las medidas espectrofotométricas

Para realizar las medidas, el alumnado situará dentro de la celda el vasito a modo de cubeta correspondiente y empleará la aplicación gratuita ColorMeter Free – color picker (Figura 7), u otra semejante. Como se ha comentado, esta clase de aplicaciones permite analizar un color en tiempo real conociendo su composición en los colores primarios (escala RGB), permitiendo hacer capturas de pantalla, de modo que se pueden ir guardando los datos obtenidos para ser tratados después. En este caso, utilizaremos el dato que la aplicación nos proporciona

para el color azul, que es el que va a ser “selectivamente” absorbido. Es esencial que el objetivo de la cámara del móvil apunte correctamente hacia la cartulina a través del vasito empleado, y que las condiciones de luz y situación de todos los componentes sean lo más constante posible.



**Figura 7** Captura de pantalla de la aplicación al realizar el blanco (izquierda) y N° 1(derecha).

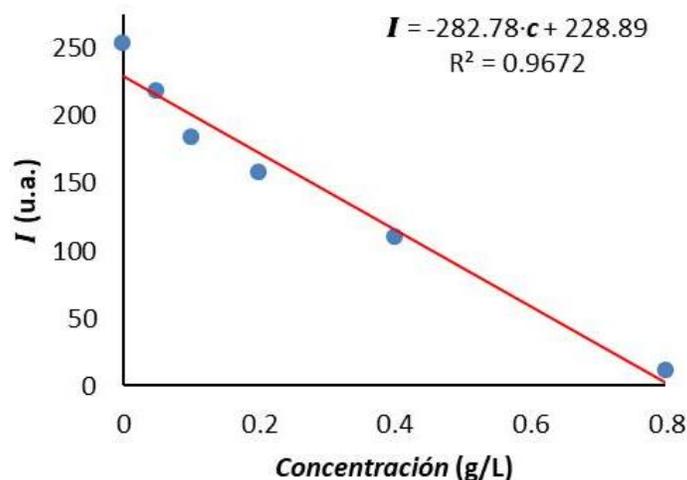
La primera medida a realizar servirá para determinar la intensidad de la luz monocromática de trabajo ( $I_0$ ). Para ello, se situará el vaso 7 (el blanco, agua) en la celda del espectrofotómetro y con la aplicación del móvil medirán la intensidad de la luz azul que atraviesa el vaso con agua. En la Figura 7 se observa que el valor obtenido en la experiencia, cuyos datos serán utilizados en esta comunicación, es  $I_0 = 254$  (en unidades arbitrarias, “u.a.”) para la intensidad inicial de la radiación monocromática azul empleada en esta práctica y escogida, tal y como se comentó anteriormente, por ser el color complementario de la disolución del colorante alimentario utilizado, que es anaranjada.

A continuación, el alumnado repetirá el procedimiento con los vasos N° 1 a 6 (Tabla 1). En la Tabla 1 se muestran los datos obtenidos en una actividad real. Con estos datos, los alumnos pueden elaborar la representación gráfica de la intensidad de luz transmitida que midieron ( $I$ ) frente a la concentración de las disoluciones patrón, construyendo así la correspondiente curva de calibrado con su respectiva línea de tendencia y ecuación (Figura 8), siendo importante evitar la confusión de que se está presentando la intensidad de la luz en g/L. La simplificación conceptual y matemática que aquí se emplea solo se realiza en los primeros cursos de secundaria, donde no se aborda la ley de Beer-Lambert, ya que lo que nos interesa es mostrar al alumnado la existencia de una relación directamente proporcional (con pendiente negativa) entre la variación de concentración y la variación de la intensidad de luz transmitida que han medido ( $I$ ).

**Tabla 1-** Valores de la intensidad de luz transmitida ( $I$ ) para las disoluciones patrón

Nº	Concentración (g/L)	$I$ (u. a.)
1*	1.6*	1*
2	0.8	11
3	0.4	110
4	0.2	158
5	0.1	184
6	0.05	218
7	0	254 ( $I_0$ )

\*Se descarta el valor del vaso N° 1 debido a su alta concentración; la aplicación no detecta valores de  $I < 1$



**Figura 8** Curva de calibrado realizada al representar la intensidad de la luz transmitida ( $I$ ) frente a la concentración de las disoluciones patrón ( $c$ ).

En el caso de querer realizar una aproximación más precisa, siempre y cuando los conocimientos matemáticos del alumnado lo permitan, se representaría el logaritmo de la intensidad de luz transmitida medida,  $\log(I)$ , frente a la concentración de las disoluciones patrón, ya que:

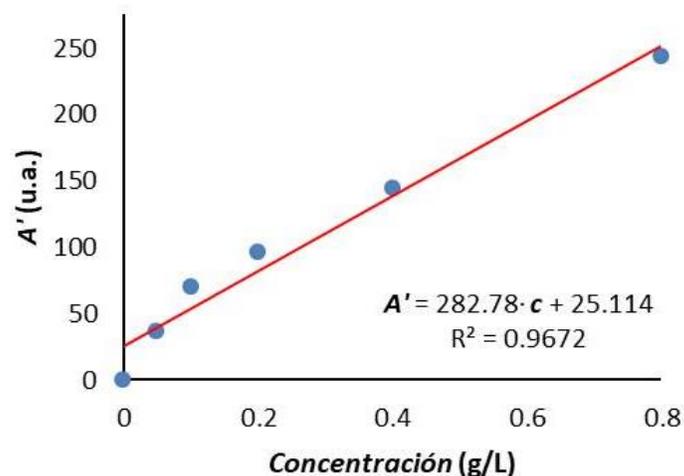
$$A = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = \varepsilon \cdot c \cdot l \rightarrow \log(I) = -\varepsilon \cdot c \cdot l + \log(I_0)$$

Más acorde con la práctica habitual (Skoog, et al., 2001), se puede calcular la cantidad de luz azul absorbida (“Absorbancia”,  $A'$ ) para cada disolución patrón empleando la expresión aproximada:  $A' = I_0 - I$ . De esta forma se obtiene la Tabla 2 y su gráfica y ecuación (Figura 9).

**Tabla 2-** Datos de “Absorbancia” ( $A'$ )

Nº	Concentración (g/L)	$I$ (u. a.)	$A' = I_0 - I$
1*	1.6*	1*	-
2	0.8	11	243
3	0.4	110	144
4	0.2	158	96
5	0.1	184	70
6	0.05	218	36
7	0	254 ( $I_0$ )	0

\*Se descarta el valor del vaso Nº 1 debido a su alta concentración; la aplicación no detecta valores de  $I < 1$



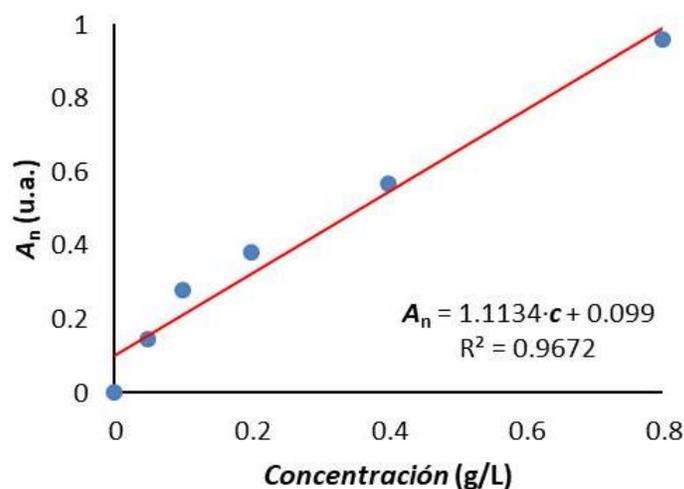
**Figura 9** Curva de calibrado realizada al representar la “Absorbancia” ( $A'$ ) frente a la concentración de las disoluciones patrón ( $c$ ) (método 1).

Esta aproximación presenta, obviamente, el inconveniente de que los valores obtenidos de “Absorbancia” no se corresponden con esta magnitud, dado que el mayor valor de absorbancia debería ser la unidad, pero esto no es didácticamente importante en este caso. De todas formas, los valores se pueden presentar como una fracción del valor máximo, es decir, a través de la “Absorbancia normalizada” ( $A_n$ ):  $A_n = \frac{I_0 - I}{I_0} = 1 - \frac{I}{I_0}$ . Así se obtienen la Tabla 3, la correspondiente gráfica y ecuación (Figura 10).

**Tabla 3-** Datos de Absorbancia normalizada ( $A_n$ ) por el método 2

Nº	Concentración (g/L)	$I$ (u. a.)	$A_n = 1 - \frac{I}{I_0}$
1*	1.6*	1*	-
2	0.8	11	0.957
3	0.4	110	0.567
4	0.2	158	0.378
5	0.1	184	0.279
6	0.05	218	0.142
7	0	254 ( $I_0$ )	0

\*Se descarta el valor del vaso Nº 1 debido a su alta concentración; la aplicación no detecta valores de  $I < 1$



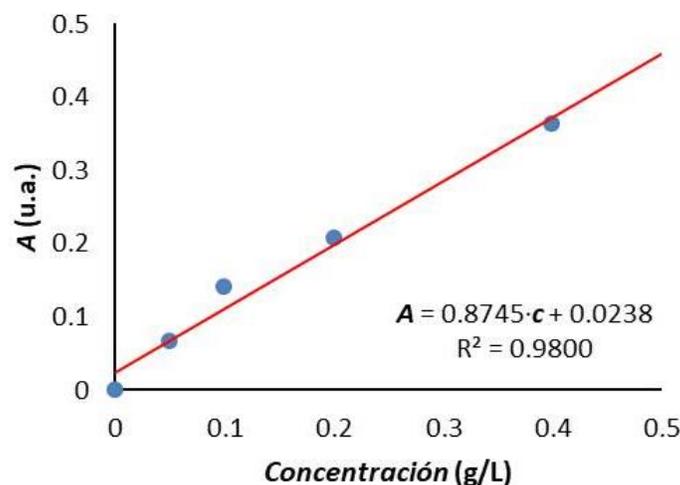
**Figura 10** Curva de calibrado realizada al representar la Absorbancia normalizada ( $A_n$ ) frente a la concentración ( $c$ ) (método 2).

Por último, y para los cursos de bachillerato (secundaria post-obligatoria) podemos utilizar directamente la Ley de Beer-Lambert, tomando la Absorbancia ( $A$ ):  $A = -\log(I/I_0)$ . La Tabla 4 recoge los datos tratados de esta última forma y la Figura 11 su representación.

**Tabla 4-** Datos de Absorbancia ( $A$ ) (Ley de Beer-Lambert):  $A = -\log(I/I_0) = \varepsilon \cdot l \cdot c$

Nº	Concentración (g/L)	$I$ (u. a.)	$A$
1*	1.6*	1*	-
2*	0.8*	11	1.363*
3	0.4	110	0.363
4	0.2	158	0.206
5	0.1	184	0.140
6	0.05	218	0.066
7	0	254 ( $I_0$ )	0

\*Se descartan los valores de los vasos Nº 1 y Nº 2 debido a sus altas concentraciones



**Figura 11** Curva de calibrado realizada al representar la Absorbancia (A) frente a la concentración (c) (Ley de Beer-Lambert) (método 3).

Esta última aproximación es la que más se acerca conceptualmente al procedimiento y a las magnitudes implicadas, pero, como se puede ver en las tablas y gráficas presentadas, no hay diferencias significativas para los objetivos didácticos buscados con respecto a las simplificaciones señaladas en las aproximaciones anteriores. Deberá ser la profesora o profesor quien, en función del nivel y características del curso en cuestión, determine cuál es la estrategia metodológica más conveniente.

### 3.2.3 Determinación de la concentración de la disolución problema

Como fin de la actividad se propone determinar gráficamente la concentración de una disolución problema, empleando una de las curvas de calibrado elaborada en el apartado anterior. Para esto, se les pedirá que preparen una disolución de concentración desconocida con la disolución madre. Una vez medido su "Absorbancia" con el mismo procedimiento descrito en el apartado anterior, se llevará este valor obtenido a la gráfica con la que se haya trabajado se obtendrá el resultado de la concentración problema en el eje de abscisas.

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

Como ya ha sido señalado en la Introducción, debido a la singular situación derivada de la pandemia, se tomó la decisión de que la actividad fuese abordada por el alumnado de forma voluntaria en los diferentes niveles de secundaria, dado que se presentaban muy distintas situaciones entre los estudiantes durante el confinamiento, tanto desde el punto de vista académico como personal y familiar. Debido a esto, la evaluación concreta del proceso no tiene sentido en términos estadísticos, más allá de una aproximación general a ciertos aspectos de la propuesta. En particular, los estudiantes que decidieron realizar la acción poseían en general unas competencias de todo tipo por encima de la media, y no sería representativo extrapolar los resultados de su evaluación al marco general de cada una de las aulas participantes.

Por otra parte, y como también ha sido indicado, esta acción había sido ya llevada a cabo en la instrucción presencial en cursos pasados, tanto en el nivel de la enseñanza secundaria como en el Máster de Formación de Profesorado de Secundaria de la Universidad de Santiago de

Compostela en la materia de Didáctica de la Física y Química, y esto que ya nos permitía conocer de forma suficientes aspectos concretos sobre las puntos en los que había que insistir e incluso modificar la metodología del proceso.

Si podemos establecer en términos generales, a partir de nuestra experiencia previa en esa acción en el medio presencial, que el proceso que el alumnado debe realizar individualmente le proporciona una ayuda muy importante para el aprendizaje significativo de un contenido de gran dificultad como es la interacción cuántica luz-materia. Consideramos, además, que esta actividad, por su propio diseño, es de gran interés para que el estudiante se acerque a los principios básicos del análisis químico. De otra parte, es evidente que esta acción nos permite evaluar la competencia del alumnado en los contenidos procedimentales y también su disposición actitudinal en relación con el trabajo experimental en ciencia.

Por todo ello, e insistiendo en que se trata de una acción previamente contrastada en el marco de la instrucción convencional previamente desarrollada, consideramos que no es necesario un estudio específico para la valoración didáctica, por parte de quien esto lea, de la propuesta que aquí se presenta. Además, es conocido (Bueno Garesse, 2004) que estas aproximaciones “caseras” sobre el trabajo experimental en la enseñanza secundaria permiten apreciar fenómenos del contexto del alumnado, induciendo procesos de argumentación e indagación y potenciando el razonamiento sobre la selección y métodos experimentales. Esto promueve, en definitiva, la creatividad y fomentan la observación y la práctica de procedimientos científicos en la dirección en las que esta acción se propone.

De todas formas, es evidente que siempre es positivo concretar la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje a la situación específica de la que se trata, y es intención de los autores de este trabajo hacer en el futuro cercano una valoración específica de la propuesta que aquí se presenta con nuevas acciones en los términos que aquí se presentan.

## 5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

A través de esta práctica sencilla y de realización desde los hogares pretendemos mostrar una forma de acercar al alumnado de secundaria a las técnicas espectroscópicas de manera cuantitativa, y también ayudar a la comprensión de la naturaleza física de la interacción luz-materia. La construcción del espectrofotómetro “casero” favorece que se comprenda su funcionamiento, ayudándose así el acercamiento cualitativo a otras técnicas espectrométricas. La realización completa de la actividad acerca al alumnado a la verdadera investigación científica, poniendo de manifiesto la necesidad del trabajo en equipo, la conexión entre los conceptos matemáticos y la experimentación en el laboratorio, el cuidado con los protocolos y la rigurosidad en las medidas para conseguir un conjunto de datos que sean coherentes. Queremos destacar que hemos propuesto cuatro estrategias de cálculo diferente en el tratamiento de datos para que la actividad pueda ser realizada de forma completa en cualquier curso de enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato.

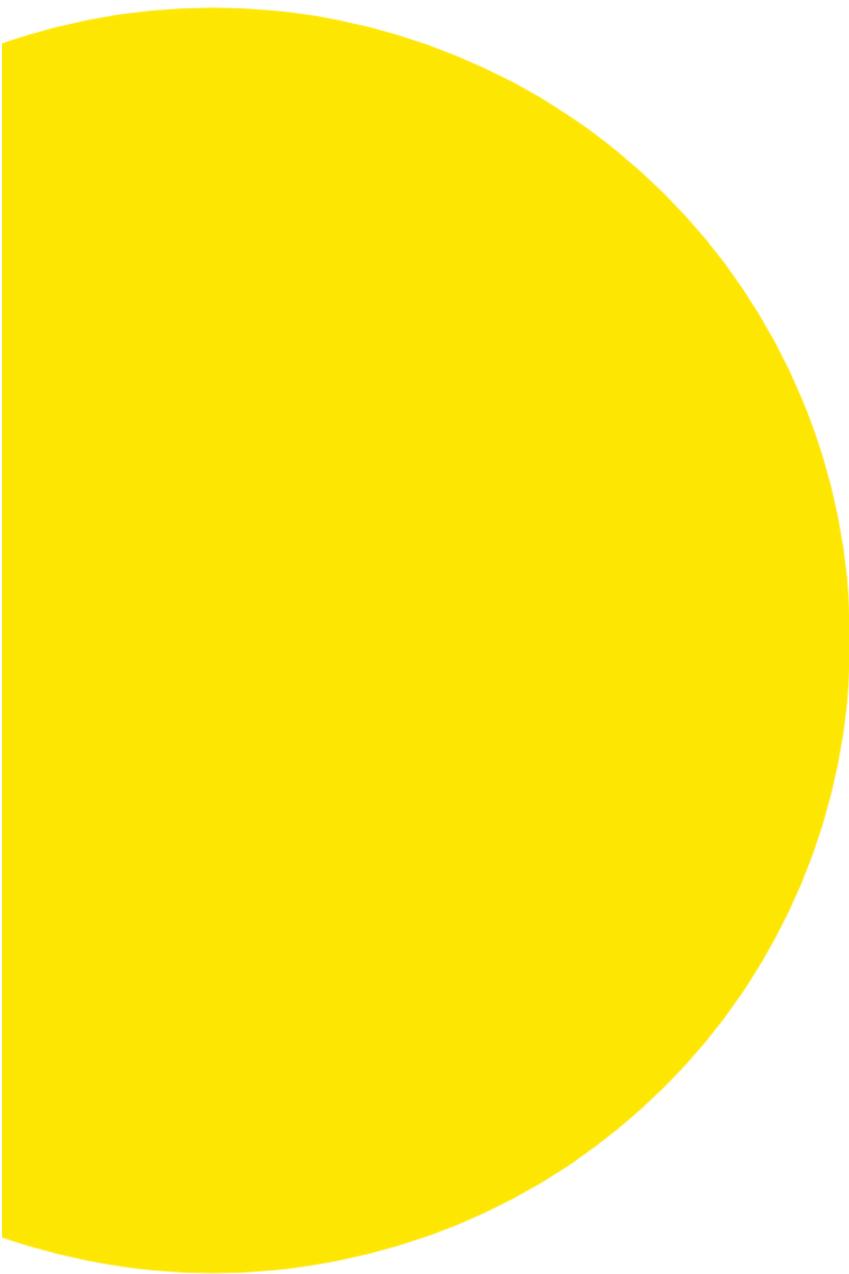
Esta metodología, obviamente, no está restringida al ámbito de la enseñanza secundaria, siendo también puesta en práctica en el ámbito universitario durante esta pandemia, y sirva de ejemplo las acciones llevadas a cabo en la materia Termodinámica Aplicada del Grado en Ingeniería Química Industrial en la Facultad de Ciencias del Campus de Lugo de la Universidad de Santiago de Compostela (Al-Soufi, et al., 2020).

Por último, reiteramos que esta actividad no está orientada únicamente a casos de enseñanza online tradicional, pues, como ya indicamos en el primer apartado, puede formar parte de otra alternativa didáctica: el modelo “flipped classroom”. En esta variante, el alumnado accedería a esta actividad experimental diseñada por el profesorado siguiendo los elementos que son propios de la “clase invertida”, lo que implicaría el diseño de las correspondientes acciones - lo que queda fuera de la intención específica de este artículo- que son propias de este modelo didáctico. A partir de ahí, el alumno, interaccionando en clase online con los otros alumnos y con la moderación del profesor, comparte dudas, propone explicaciones e incorpora los fundamentos que están detrás de lo que ha hecho. Así, el tiempo de clase online que se libera se dedica a realizar tareas que permitan desarrollar procesos cognitivos más complejos.

## REFERENCIAS

- Al-Soufi, W., Carrazana-Garcia, J. y Novo, M. (2020). When the kitchen turns into a physical chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3090–3096. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00745>
- Bermúdez Rochas, D. D. (2012). Las prácticas de laboratorio en didáctica de las ciencias experimentales, un lugar idóneo para la convivencia de los diferentes estilos de aprendizaje. Artículo presentado en *Estilos de aprendizaje: Investigación y Experiencias [V Congreso mundial de estilos de aprendizaje]*. Universidad de Cantabria. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4664050>
- Bueno Garesse, E. (2004). Aprendiendo química en casa. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 45–51. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2004.v1.i1.04](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.04)
- Caamaño, A. (2011). Enseñar Química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21–34. <https://www.grao.com/es/producto/enseñar-química-mediante-la-contextualización-la-indagación-y-la-modelización>
- Cid Manzano, R. y González-Fernández, D. (2020). Una aproximación a la espectrometría en educación secundaria. *Anales de Química*, 116(1), 25-29. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1309/1878>
- Delgado, J., Quintero-Ortega, I. A. y Vega-Gonzalez, A. (2014). From voltage to absorbance and chemical kinetics using a homemade colorimeter. *Journal of Chemical Education*, 91(12), 2158–2162. <https://doi.org/10.1021/ed400813c>
- Gordon, J. y Harman, S. (2002). A graduated cylinder colorimeter: An investigation of path length and the Beer-Lambert Law. *Journal of Chemical Education*, 79(5), 611–612. <https://doi.org/10.1021/ed079p611>
- Herdia Ávalos, S. (2006). Experimentos de química recreativa con sulfato de cobre pentahidratado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 467–484. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3851>
- Jiménez Aleixandre, M. P., Puig, B. (2013): El papel de la argumentación en la clase de ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 75, 85–90. <https://www.grao.com/es/producto/el-papel-de-la-argumentación-en-la-clase-de-ciencias-al07523500>
- Knagge, K. y Raftery, D. (2002). Construction and evaluation of a LEGO spectrophotometer for student use. *The Chemical Educator*, 7, 371–375. <https://doi.org/10.1007/s00897020615a>
- Kuntzleman, T. S. y Jacobson, E. C. (2016). Teaching Beer's Law and absorption spectrophotometry with a smart phone: A substantially simplified protocol. *Journal of Chemical Education*, 93(7), 1249–1252. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00844>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (3 de enero de 2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, (3), 169–546. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/12/26/1105>

- Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. (14 de marzo de 2020). Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. *Boletín Oficial del Estado*, (67), 25390–25400. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/03/14/463>
- Molés Bort, J. y Monferrer Pons, L. (2013). Flipped classroom al laboratori. *Ciències*, 27, 9–14. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.67>
- Presidência do Conselho de Ministros. (13 de marzo de 2020). Decreto-Lei n.º 10-A/2020. *Diário da República: I série*, n.º 52, 22-(2)–22-(13). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/10-A/2020/03/13/p/dre>
- Quagliano, J. M. y Marks, C. A. (2013). Demystifying spectroscopy with secondary students: Designing and using a custom-built spectrometer. *Journal of Chemical Education*, 90(10), 1409–1410. <https://doi.org/10.1021/ed3007499>
- Reusch, W. (5 de mayo de 2013). UV-Visible Spectroscopy. Recuperado el 24 de diciembre de 2020, de <https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/VirtTxtJml/Spectrpy/UV-Vis/spectrum.htm>
- Shakhashiri, B. Z. (1983). *Chemical demonstration: A handbook for teachers of Chemistry, Volume 1*. The University of Wisconsin Press.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R. (2001). *Química analítica, 7ª Edición*. McGraw-Hill.
- Taha, S., Rafat, G., Aboshosha, F. y Mansour, F. R. (2017). A simple homemade spectrophotometer. *Journal of Analytical Chemistry*, 72(2), 239–242. <https://doi.org/10.1134/S1061934817020113>
- Vistech.projects. (29 de enero de 2014). ColorMeter Free – color picker (1.0.3) [Android]. Recuperado el 24 de diciembre de 2020, de Apps on Google Play: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vistechprojects.colormeterfree>



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

**S3**

—

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

# S3

O modelo que se implementa a partir deste número, para promover a articulação entre práticas e inovações educativas com a investigação, consiste em: a) escolher um artigo publicado relatando uma prática educativa (ou investigação), b) organizar uma mesa redonda com participação dos autores e de investigadores (ou professores) sugeridos pelos autores, c) reduzir a texto escrito o teor da conversa.

---

The approach that is implemented from this number on, to promote the articulation between practices and educational innovations with research, consists in: a) choose a published paper reporting an educational practice (or research), b) organize a round table with the authors and researchers (or teachers) suggested by the authors, c) reduce to written text the content of the round table discussion.

---

El modelo que se implementa a partir de este número, para promover la articulación entre las prácticas e innovaciones educativas con la investigación, consiste en: a) elegir un artículo publicado que reporte una práctica (o investigación) educativa, b) organizar una mesa redonda con la participación de los autores y los investigadores (o docentes) sugeridos por los autores, c) reducir a texto escrito el contenido de la conversación.

**DESAFIOS SOCIO-CIENTÍFICOS ÀS PRÁTICAS EDUCATIVAS E À INVESTIGAÇÃO TENDO COMO (PRE)TEXTO UM ARTIGO RELATANDO A CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR NUMA ESCOLA DO BRASIL**

SOCIAL-SCIENTIFIC CHALLENGES TO EDUCATIONAL PRACTICES AND RESEARCH HAVING AS (PRE)TEXT A PAPER REPORTING THE CONSTRUCTION OF A BIODIGESTER IN A SCHOOL IN BRAZIL

RETOS SOCIO-CIENTÍFICOS PARA LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS Y LA INVESTIGACIÓN TENIENDO COMO (PRE)TEXTO UN ARTÍCULO QUE INFORMA SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR EN UNA ESCUELA DE BRASIL

**Valéria Vieira Moura Paixão<sup>1</sup>, Maria Clara Pinto Cruz<sup>1</sup>, Eduardo Mortimer<sup>2</sup>, Adjane Silva<sup>3</sup>, Suzani Cassiani<sup>4</sup> & J. Bernardino Lopes<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade Pio Decimo, Aracaju, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal de Sergipe, Brasil

<sup>4</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

<sup>5</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

**RESUMO** | Este texto é o relato de uma mesa redonda, online, entre professores e investigadores, tendo como (pre)texto o artigo de Valéria Vieira Moura Paixão, Carlos Batista e Maria Clara Pinto Cruz que relata uma prática educativa de construção de um biodigestor durante 22 aulas. Participaram na mesa redonda duas professoras (1ª e 2ª autoras), dois investigadores (3º e 4º autores) e dois editores da *APEduC Revista* (5º e 6º autores). A conversa fluiu em torno de três questões orientadoras: a) Qual o contexto, importância e impacto do trabalho relatado no artigo? b) Como podemos aproximar a investigação e a prática educativa nesta linha de trabalho CTS? c) Como poderemos perspetivar uma agenda para esta relação investigação-prática tendo como horizonte a Agenda 2030? A mesa redonda demorou cerca de 70 minutos e nela se refletiram questões importantes sobre a investigação e a prática educativa com relevância para o futuro da Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia, Interdisciplinaridade, Valores, Sustentabilidade, Práticas epistémicas.

**ABSTRACT** | This text is the report of a round table, online, between teachers and researchers, having as (pre)text the paper of Valéria Vieira Moura Paixão, Carlos Batista and Maria Clara Pinto Cruz that reports an educational practice of building a biodigester during 22 lessons. Participating in the round table were two teachers (1st and 2nd authors), two researchers (3rd and 4th authors) and two editors of *APEduC Journal* (5th and 6th authors). The conversation flowed around three guiding questions: a) What is the context, importance and impact of the work reported in the paper? b) How can we articulate research and educational practice in this line of work on STS? c) How can we envisage an agenda for this research-practice relationship having as horizon the 2030 Agenda? The round table took about 70 minutes and reflected on important issues about research and educational practice relevant for the future of Science, Mathematics and Technology Education.

**KEYWORDS:** Articulation between Research & Practice in Science, Mathematics and Technology Education, Interdisciplinarity, Values, Sustainability, Epistemic practices.

**RESUMEN** | Este texto es el informe de una mesa redonda, en forma online, entre profesores e investigadores, teniendo como (pre)texto el artículo de Valéria Vieira Moura Paixão, Carlos Batista y Maria Clara Pinto Cruz que relata una práctica educativa de construcción de un biodigestor durante 22 clases. En la mesa redonda participaron dos profesores (1º y 2º autores), dos investigadores (3º y 4º autores) y dos editores de la *APEduC revista* (5º y 6º autores). La conversación fluyó en torno a tres preguntas orientadoras: a) ¿Cuál es el contexto, la importancia y el impacto del trabajo relatado en el artículo? b) ¿Cómo podemos acercar la investigación y la práctica educativa en esta línea de trabajo de CTS? c) ¿Cómo podemos plantear una agenda para esta relación investigación-práctica teniendo como horizonte la Agenda 2030? La mesa redonda duró unos 70 minutos y en ella se reflexionó sobre cuestiones importantes de la investigación y la práctica educativa relevantes para el futuro de la enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología.

**PALABRAS CLAVE:** Articulación entre la investigación y la práctica en la enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología, Interdisciplinariedad, Valores, Sostenibilidad, Prácticas epistémicas.

## 1. INTRODUÇÃO

Esta Secção 3 da **APEduC Revista** centra-se em incentivar a comunicação entre investigadores e educadores (formais ou não formais), tendo como mote um artigo de investigação ou uma prática educativa implementada e publicada. Deste modo, convidam-se ambos os profissionais a desenvolverem um olhar crítico sobre uma mesma realidade, constituindo-se esta secção como locus de possibilidades de encontro e diálogo entre profissionais da prática e da investigação em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia. O grande objetivo é desenvolver contributos para construir uma agenda para a investigação e a prática da Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia e suas inter-relações.

A relação entre a prática educativa e a investigação em educação é objeto de debate e de investigação desde há décadas. Importa contribuir para este debate tentando esclarecer, baseado num caso concreto, como a investigação poderia contribuir para perspectivar e conceber de outro modo a prática educativa, como a prática educativa desafia a investigação a percorrer outros caminhos e quão próximas a investigação e a prática educativa podem estar (Wyse, Brown, Oliver & Pobleto, 2020).

Nos números anteriores a articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia promovida pela **APEduC Revista** decorreu num modelo com duas fases: na primeira, investigadores e educadores elaboravam os seus ensaios e na segunda cada um cruzava olhares sobre os ensaios dos restantes. Neste número testamos um modelo diferente, porém com os mesmos objetivos: construir espaços de encontro e diálogo entre profissionais da prática e da investigação em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia. O modelo que se implementa a partir deste número consiste em: a) escolher um artigo publicado relatando uma prática educativa, b) organizar uma mesa redonda com participação dos autores e de investigadores sugeridos pelos autores, c) reduzir a texto escrito o teor da conversa.

A mesa redonda decorreu online e teve como (pre)texto o **artigo de Valéria Vieira Moura Paixão, Carlos Batista e Maria Clara Pinto Cruz (Paixão, Batista & Cruz, 2019)** que relata uma prática educativa de construção de um biodigestor durante 22 aulas numa escola da região do Agreste Sergipano, Brasil. A conversação foi gravada com a autorização expressa de todos os participantes. Participaram na mesa redonda duas professoras (1ª e 3ª autoras do artigo), dois investigadores (Eduardo Mortimer e Adjane Silva) e dois editores da APEduC Revista (J. Bernardino Lopes e Suzani Cassiani). A mesa redonda estava organizada, com conhecimento prévio dos participantes, em três momentos cada um deles pontuado por uma questão orientadora:

- Questão 1 - Qual o contexto, importância e impacto do trabalho relatado no artigo? Apresentação do artigo "Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva CTS" pelas autoras Valéria Paixão e Clara Cruz, tendo por base a questão [cerca de 10 minutos].
- Questão 2 - Como podemos aproximar a investigação e a prática educativa nesta linha de trabalho CTS tendo por base o artigo? Diálogo entre investigadores e educadores em torno da questão orientadora [cerca de 40 minutos].
- Questão 3 - Como poderemos perspectivar uma agenda para esta relação investigação-prática tendo como horizonte a Agenda 2030? Diálogo entre investigadores e educadores em torno da questão orientadora [cerca de 20 minutos].

A mesa redonda demorou cerca de 70 minutos e nela se refletiram questões importantes sobre a investigação e a prática educativa com relevância para o futuro da Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia. Emergiram os seguintes tópicos:

- Na primeira questão: a) a temática do biodigestor para pensar a interdisciplinaridade, b) a preocupação das autoras com a engajamento dos alunos.
- Na segunda questão: a) formas habituais de promover a articulação entre as práticas e a investigação; b) práticas epistêmicas dos alunos; c) compreender os aspetos sociológicos da comunidade para enquadrar as práticas CTS; c) importância da questão dos valores na Educação CTS, e) construir uma comunidade sustentável a partir da escola; f) acessibilidade dos dados usados para outros trabalhos; g) transpor a prática CTS, não tradicional, para o currículo normal.
- Na terceira questão: a) agenda 2030 "não deixar ninguém pra trás"; b) escola para a comunidade, c) escola integral para todos, d) estudos longitudinais e práticas epistêmicas; e) desigualdade social e trabalho na sala de aula.

Os editores privilegiaram a forma oral de expressão de modo a transparecer a dinâmica da própria mesa redonda. Apesar de o texto estar estruturado em secções e subsecções é seguida a sequência temporal das intervenções de cada participante.

## **2. QUAL O CONTEXTO, IMPORTÂNCIA E IMPACTO DO TRABALHO RELATADO NO ARTIGO?**

### **2.1 Contexto e a temática do biodigestor para pensar a interdisciplinaridade**

**Valéria Paixão.** Boa tarde a todos. Devo salientar que este artigo foi fruto de um trabalho de conclusão de curso de licenciatura em química na faculdade Pio Décimo em Aracaju Sergipe. Foi realizado por mim, Clara e o professor Carlos, professor da disciplina só que infelizmente ele não pôde estar presente.

Este artigo foi desenvolvido numa escola da rede pública estadual localizada na cidade de Nossa Senhora da Glória, região do Agreste Sergipano. A referida cidade tem como principal atividade econômica a pecuária. Desse modo, a deposição inadequada do esterco bovino é uma problemática ambiental e social que afeta a comunidade escolar. Então, o tema de biodigestores foi trabalhado na escola como uma oferta eletiva para todos os alunos do ensino médio que assim o desejasse, em que, uma vez por semana eles reservavam duas aulas para trabalhar os temas selecionados da temática. Apesar de não estar oficializado na BNCC, essa escola já desenvolvia ensino médio integral, em que, funcionava de forma matutina e vespertina.

O objetivo do trabalho foi construir um biodigestor artesanal para o reaproveitamento dos resíduos gerados através da pecuária. Um biodigestor adaptado às condições da escola. Para tal, os alunos teriam de escolher a melhor opção. Então, foi construído no interior da instituição de ensino. O biodigestor tinha como principal objetivo fornecer energia para uso dos alunos no laboratório. Inicialmente, o biodigestor foi alimentado com esterco de gado e posteriormente ele passou a ser alimentado com os resíduos da cozinha da escola, então a energia gerada foi para uso dos alunos no laboratório.

A pesquisa foi realizada num total de 22 aulas e foi dividido em três momentos. O primeiro momento foi o investigativo, através do grupo focal. Optamos por fazer o grupo focal para se ter

o contacto direto entre os professores e os alunos e as discussões no sentido de questiona-los sobre os seus conhecimentos prévios relacionados a problemática social do descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos e rurais. Usamos essa coleta de dados como ponto de partida para confrontar com um novo conhecimento. A turma tinha 47 alunos, e isto tornou difícil favorecer inicialmente o engajamento igual de todos, no entanto, mesmo aqueles que ficaram em silêncio se sentiram, de uma certa forma, confrontados. O momento seguinte foi o processo formativo. Nesta etapa os alunos tiveram o acompanhamento dos professores em 18 aulas. Nas primeiras duas aulas foi realizada uma visita técnica no povoado Periquita de Felícia, com o intuito de fazê-los reconhecer que a tecnologia por biodigestão está inserida em seu contexto social, e com isso os estudantes perceberem a sua viabilidade econômica e social. Além disso, o dono de uma das residências tinha um biodigestor de alvenaria em funcionamento, onde ele usava o biodigestor para produzir energia térmica para uso doméstico. Ele cozinhava com a energia fornecida por esse biodigestor e como subproduto ele obtinha adubo orgânico para as lavouras. Em seguida, os alunos foram levados para ver, em outra residência, um biodigestor de alvenaria ainda em construção.

Além de favorecer uma educação científica para compreender uma tecnologia, é necessário também formar alunos alfabetizados no sentido de compreender se a tecnologia estudada é benéfica ou não para o meio ambiente e de qual forma ela pode atingir a sociedade da qual os alunos estão inseridos. Então além das vantagens, o biodigestor também apresenta desvantagens. Então, o nosso próximo passo foi solicitar que os alunos pesquisassem as vantagens e desvantagens do uso de biodigestores para ser discutido na sala de aula. As discussões abrangeram aspectos sociais, ambientais e éticos da tecnologia por biodigestão. A partir de pesquisas e discussões em sala de aula, os alunos foram responsáveis em projetar e construir o biodigestor artesanal na e para a escola. As discussões entre os alunos e nós professores resultou em um confronto do que eles pesquisaram na internet com a realidade na escola. Então, foi necessário desenvolver neles a capacidade de pesquisa em sites seguros, argumentação do por que a escolha do biodigestor e contra-argumento para realizar uma adaptação no biodigestor escolhido, ou seja, adequar a pesquisa com o que se tem de material na escola. Então, inicialmente o biodigestor de alvenaria foi indicado, depois eles passaram para caixa d'água e na sequência passaram para o biodigestor de bombona. Então este último biodigestor foi construído por eles sob mediação dos professores. A outra visita técnica foi para recolher o esterco a fim de realizar a alimentação do biodigestor. Então os alunos participaram ativamente desde o início do grupo focal até à parte da construção, alimentação do biodigestor e produção de biogás, em que, se precisou esperar um certo período. No intervalo de tempo para produção do biogás realizamos um estudo de caso em que abordava a corrosão pelo  $H_2S$  no fogão da casa, devido ao tipo de alimentação do bovino. Então, o estudo de caso foi focado na tecnologia introduzida. Para resolução do estudo de caso os alunos pesquisaram em fontes confiáveis na internet. Foi possível notar que os alunos tinham dificuldades em compreender conteúdos básicos de química para a resolução do estudo de caso, no qual a intervenção dos professores foi de fundamental importância para esclarecer dúvidas sobre os conteúdos que seriam primordiais para a sua resolução. O nosso papel como educadores foi apenas direcionar as discussões para que os alunos não perdessem o foco, e questionar aos discentes quando eles sugeriram um modelo específico, a fim de desenvolver neles a habilidade de argumentação. Posteriormente, a pesquisa foi divulgada na comunidade escolar e a externa, uma divulgação que eles chamam de culminância.

## 2.2 Preocupação das autoras com a engajamento dos alunos

**Maria Clara Cruz.** Agora eu vou continuar no contexto da relevância da pesquisa. Eu quero dizer que esse projeto foi desafiador por que o biogás gerado é uma fonte de energia renovável dentro de uma problemática local. Os alunos tiveram essa perspectiva na visita técnica e assim, se engajaram no desafio, pois, eles não tinham o conhecimento prévio para iniciar a temática. Neste contexto, abordarei algumas colocações. A primeira delas é ainda o engajamento. Quando eles foram para a visita sentiram-se engajados e ao se sentirem engajados tomaram para si o desenvolvimento do projeto. O que a gente sabe é que quando o aluno não se engaja não há desenvolvimento de nenhum tipo de projeto e o engajamento é essencial. Falo de experiência, eu enquanto professora trabalhando por meio de uma temática que considero relevante, não consegui engajar a turma, por não fazer parte do cotidiano do aluno, como por exemplo, o ensino de equilíbrio químico através de estalactites e estalagmites, num ambiente sem cavernas. A segunda relevância é sobre as várias tomadas de decisões. Essas tomadas de decisões promoveram a transformação de informação em conhecimento, porque, através da internet foi possível isso, sob mediação. Essas atitudes pelos alunos formaram um ponto muito importante e relevante, tanto na escolha do biodigestor, como Valéria bem falou, quanto na resolução do estudo de caso. O estudo de caso é um “gargalo tecnológico” do biodigestor. Ele produz em torno de 50% a 75% de gás metano e em torno de 20 a 25% de CO<sub>2</sub> e concentração traço de H<sub>2</sub>S; a depender do que o bovino se alimenta, pode ter uma quantidade maior de H<sub>2</sub>S. A terceira colocação é uma experimentação contextualizada, porque eles analisaram o entorno da escola. E esse entorno da escola apresenta a problemáticas a ser resolvida. E muitos deles, por alguns familiares trabalharem na pecuária familiar, podem aplicar esse experimento contextualizado pelo conhecimento de construir um biodigestor. Então isso é um ponto muito importante. Outro apontamento relevante que eu resalto é a interdisciplinaridade. Os alunos tiveram que aprender, não só os conhecimentos de ciências, no caso a nossa ciência química, eles tiveram de se aprofundar nas questões econômicas, na escolha do biodigestor, da questão social (onde vai ficar esse dejetos), a questão ambiental (que gera a poluição do solo, do lençol freático, o próprio ar). Então percebe-se que o aluno em si saiu de uma posição tradicional de ensino expositivo, para uma organização de conteúdo diferenciado, e essa organização de conteúdo promoveu a resolução de problemas. Isso é o grande diferencial. Hoje em dia, no século que estamos, o aluno tem uma perspectiva de informação muito rápida. Desta forma, não se concebe o ensino apenas conceitual por não produzir a participação do aluno como ser histórico de significado. Então essa é relevância da pesquisa desenvolvida.

## 3. COMO PODEMOS APROXIMAR A INVESTIGAÇÃO E A PRÁTICA EDUCATIVA NESTA LINHA DE TRABALHO CTS?

### 3.1 Formas habituais de promover a articulação entre as práticas e a investigação

**Adjane Silva.** Eu gostaria de agradecer às autoras pelo convite, pela possibilidade de estar aqui discutindo sobre o artigo, e também aos organizadores da mesa, responsáveis por gerar uma situação em que encontro caros colegas para o debate. Eduardo, é sempre muito bom revê-lo! E, assim, eu começo dando parabéns às autoras pelo artigo. Eu gostei muito da sua qualidade, tendo em vista que ele apresenta uma proposta didática que abre tanto espaço para que sejam discutidos distintos aspectos de ensino e de aprendizagem. O relato da experiência de vocês,

dessa experiência didática, é muito bom de ler, haja vista a sua potencialidade para trabalhar tanta coisa em termos de conteúdos, habilidades dos alunos, relações entre o conteúdo da ciência com questões sociais e ambientais, dentre outras.

A primeira pergunta da mesa redonda para discussão é essa: como melhorar a relação entre a investigação e a prática educativa nessa linha trabalho?

Então, eu vou colocar inicialmente um ponto que penso que é sempre bom de ser retomado, que é o fortalecimento da relação entre a escola e a universidade por meio de cursos de formação continuada, cursos de extensão e, também, a inserção de professores em grupos de pesquisa, a fim de contribuir para tornar o olhar do professor, digamos assim, teoricamente mais robusto, mais sistemático para processo de ensino e aprendizagem que desenvolve. Dessa forma, é mais provável que incorpore em sua prática cotidiana estratégias de ensino que abrem espaço para a autonomia dos alunos, como é o caso apresentado neste trabalho. Penso que este é um ponto que a gente deve sempre retomar como importante para melhorar a relação entre a investigação e a prática educativa: o fortalecimento da relação entre a universidade e a escola. Tanto a universidade indo à escola, como trazendo os professores da escola para a universidade para participar de grupos de pesquisa. Considero que essa é a primeira forma de fortalecer a relação entre prática educativa e investigação, falando de um modo mais amplo.

### 3.2 Práticas epistêmicas dos alunos

**Adjane Silva (continuação).** Com relação, especificamente, à pesquisa retratada no artigo, uma possibilidade que me chama atenção, tendo em vista a linha em que tal pesquisa se insere, é a análise das práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos ao longo de atividades que geram espaço para que eles atuem com autonomia diante de questões científicas ou sócio científicas, como foi o caso da proposta didática aqui discutida. Esta proposta levou em conta a realidade que os alunos vivenciam, possibilitando relacionar o conhecimento científico com uma questão social, com questões econômicas também, porque a pecuária é o forte da economia dessa cidade e também com questões ambientais, quando se volta ao tratamento dos resíduos dos bovinos.

Então, acredito que uma possibilidade muito interessante é fazer uma análise, ao tempo que a proposta didática é colocada em prática, das práticas epistêmicas que os alunos desenvolvem em vários momentos, porque houve vários momentos... 22 aulas, não é Valéria?

**Valéria Paixão.** Isso, 22 aulas.

**Adjane Silva.** 22 aulas. Portanto, houve vários momentos nessa sequência didática em que os alunos construíram não apenas conteúdos científicos, mas também desenvolveram uma variedade de práticas epistêmicas. Práticas epistêmicas são definidas por Kelly e colaboradores como os modos socialmente organizados e interacionalmente realizados, pelos quais os membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam asserções do conhecimento. Então, são práticas sempre voltadas para construção e legitimação do conhecimento, considerando-se um grupo em que seus integrantes compartilham propósitos comuns. No caso escolar, em torno de um determinado tema, dentre outros aspectos.

O conceito de práticas epistêmicas fundamenta-se em estudos da sociologia, antropologia e retórica das ciências; principalmente em estudos de natureza sociológica que analisam a atuação de cientistas nos laboratórios, nos seus ambientes de pesquisa. Considera-se que este conceito de práticas epistêmicas tem o potencial, vamos dizer assim, de elaborar melhor o nosso

olhar para as práticas que os alunos desenvolvem no ambiente escolar. Este conceito relaciona-se com as ações cotidianas dos participantes de um grupo em prol da construção do conhecimento. Então, eu acho que neste tipo de trabalho é muito interessante verificar como é que os alunos negociam entre si as decisões, como a Clara colocou.

No caso do artigo, os alunos tiveram que tomar várias decisões: que tipo de biodigestor escolher, quais os prós e contras da escolha que eles iriam tomar. Eles tiveram que negociar tudo isso. E para isso, eles precisaram se apropriar de conceitos científicos. Enfim, é algo que transcende o conhecimento de um aluno individualmente, pois envolve um aluno que está inserido em um grupo que tem propósitos comuns e que, portanto, os significados têm que ser compartilhados, as decisões têm que ser negociadas. Na perspectiva analítica do conceito de práticas epistêmicas, o desenvolvimento do conhecimento depende de um contexto sociocultural. Eu penso que isso tem muito a ver com esse tipo de trabalho. É uma das formas de olhar para esse tipo de trabalho e desenvolver algumas pesquisas nesse sentido. O foco é nas interações discursivas, portanto, no que se estabelece nos ambientes em que o conhecimento é produzido. Os autores que propõem esse conceito de práticas epistêmicas falam nessa mudança de sujeito epistêmico, que passa de um sujeito individual para um grupo social relevante.

O que chama muita atenção nos trabalhos nessa linha de pesquisa é o que Clara e Valéria descreveram em seu artigo: tudo tinha que ser decidido nesse grupo, as tarefas, as atividades, os alunos que foram comprar o biodigestor com o diretor, os outros que se prepararam para pegar o esterco para colocar no biodigestor, outros que se responsabilizaram para fazer o controle do gás que ia ser emitido da decomposição. Então, tudo tinha que ser muito pensado em grupo. A situação de ensino e aprendizagem discutida no artigo tem características muito propícias à aplicação desse conceito de práticas epistêmicas, pois envolveu um trabalho nesse coletivo, nesse grupo social.

Chamo atenção de que as práticas epistêmicas são ações sociais padronizadas, reconhecíveis entre os membros de um grupo, então os membros desse grupo vão ter que reconhecer essas práticas. Eles não podem estar alheios ao que os outros indivíduos, outros integrantes do grupo, no caso os demais alunos, estão fazendo, porque eles todos estão colaborando. Então, nas propostas de ensino desse tipo, que envolvem essa tomada de decisão do aluno, essa autonomia, essa distribuição de tarefas em prol de um objetivo comum, a gente vê possibilidade de várias práticas epistêmicas e, claro, elas vão variar em função dos objetivos pedagógicos, da natureza da atividade, do campo disciplinar.

Portanto, a gente tem aí uma grande possibilidade de pesquisas em que é possível a integração com a prática pedagógica. Enquanto essa prática pedagógica está se desenvolvendo, perceber que se pode ter um olhar mais teórico, vamos dizer assim, um referencial teórico para compreender essas práticas que estão sendo desenvolvidas, já que não há um conjunto limitado de práticas epistêmicas. Eu acho que esse é um ponto importante, que me chamou atenção entre vários outros que possam haver.

### **3.3 Compreender os aspetos sociológicos da comunidade para enquadrar as práticas CTS**

**Eduardo Mortimer.** Agradeço às autoras pelo convite, é um prazer muito grande estar aqui com vocês, agradeço também ao Bernardino e à Suzani pela iniciativa da revista, a qual achei muito importante, ou seja, debater esses assuntos ao vivo.

Então, eu considero que esse artigo de vocês coloca em evidência o que é um currículo CTS e como ele pode funcionar na escola.

A primeira coisa que salta aos olhos é que ele foi feito somente para uma turma. Então, a primeira questão que a gente tem de pensar é: como ficaria uma abordagem desse tipo de ensino que não é tradicional? O que estou chamando de abordagem tradicional é aquela que envolve principalmente os conteúdos e que de certa forma é muito centrada no professor e os alunos apenas respondem às demandas do professor.

Essa abordagem de vocês não foi tradicional, mas ela foi aplicada primeiro num esquema extra classe, numa dinâmica que a escola tem.

Então, eu gostaria de entender algumas coisas sobre a escola, para eu poder formular melhor essa questão. Então, quais são as características socioculturais da clientela que frequenta o Centro de Excelência Manuel Messias Feitosa? É de ensino médio integral? Qual é a característica sociocultural dessa clientela? Porque vocês não tocaram nisso, ou seja, quantos alunos haviam na turma, quantos do sexo masculino e quantos do sexo feminino, eles pertencem à elite da nossa sociedade ou eles são de classes média, ou são de classes menos favorecidas? Então, eu gostaria de saber, por que isso a gente não vê nesse artigo. Saber para quem você está se dirigindo é fundamental para você saber como é que você dosa as atividades CTS. Aí gostaria que vocês me respondessem essas duas questões antes de prosseguir.

**Valéria Paixão.** Então como você mesmo falou era uma atividade extra classe, com alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio, no total foram 48 alunos matriculados nessa eletiva. Essa eletiva não foi imposta pela escola aos seus alunos, ou seja, eles se matricularam porque realmente queriam participar da eletiva. Em relação a quantitativos de sexo feminino, masculino, não possui esse quantitativo. A maioria deles era de classe média, para baixa.

**Eduardo Mortimer.** Então, isso é importante. Eu vou colocar algumas questões em relação ao discurso de sala de aula. São duas coisas, o currículo CTS que está em baila, que é citado, refere-se a um artigo meu e do Wilson Santos sobre CTS. Então, eu entendi que eu posso tecer comentários a vocês em relação a isso. Eu gostaria de saber se o mesmo tipo de ensino que foi feito numa turma eletiva, ou seja, numa turma que não tem um compromisso muito grande com as normas escolares, com aprovação/reprovação, com o cumprimento do programa, enfim se isso funcionaria também numa turma regular. Então, essa é uma primeira questão. Porque isso vai ser fundamental, porque você só vai conseguir disseminar esses currículos CTS no dia em que tornar isso um fato corriqueiro da escola. Isso não faz parte desse “normal” da escola, está no extra turno, tanto que atraiu a atenção, atraiu a motivação dos estudantes, algo que vocês enfatizaram bastante.

### 3.4 Importância da questão dos valores na Educação CTS

**Eduardo Mortimer (continuação).** Agora tem algumas perguntas bem gerais, mais para provocar a discussão: Como é que a questão dos valores foi abordada nessas unidades de biodigestores? Porque os valores são fundamentais para você desenvolver uma abordagem CTS. Se você não entra na questão dos valores, você não está fazendo CTS. Então, eu vou ler um trecho do nosso artigo que permanece atual:

*"Destaca-se, portanto, entre os objetivos, o desenvolvimento de valores. Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de*

*fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais. Será por meio da discussão desses valores que contribuiremos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade.”(Santos & Mortimer, 2000, pp 114).*

Isto está lá no nosso artigo. Então, essa relação aos valores, não aparece com esse nome no artigo de vocês. Porque tem uma questão no estudo de caso que é sobre um fazendeiro que tem 1000 cabeças de gado e comprou mais 1000. Uma pessoa que tem 1000 cabeças de gado e compra mais 1000 é da elite dominante.

Isso tem que ser refletido, porque os problemas não surgem independente de uma elite dominante, eles vão ter essa conotação. Quando você coloca um estudo de caso dessa maneira, você naturaliza o fato de uma pessoa ter 2000 cabeças de gado, num lugar em que nem todo mundo tem, pelo menos, uma cabeça de gado, não é? Então, eu estou provocando um pouquinho, só para ressaltar a questão dos valores pois esta me parece fundamental.

**Maria Clara Cruz.** Professor Mortimer, se o senhor olhar bem as categorizações, elas falam das concepções econômicas, das concepções ambientais e das concepções sociais. O aluno teve esse valor sim, provavelmente, nem todos, entendeu? Como a professora Adjane relatou não se trabalhou as práticas epistêmicas como se deveria, uma vez que se focou mais em desenvolver a tomada de decisão. Essa foi forte, a tomada de decisão. Neste contexto foi indagado: Qual o biodigestor a ser usado? E eles entenderam a concepção, tanto que na fala deles os biodigestores podem diminuir os problemas causados pela falta de saneamento básico, reaproveitar os dejetos bovinos que seriam descartados no meio ambiente. Desta forma, gerou a reflexão em questões ambientais, questão de valor, sim. Agora, a equipe não discutiu isso mais aprofundado, porque, se tinha o limite de 20 páginas de relato. Então, tínhamos de colocar os dados, mas não se aprofundar em discussões porque não tínhamos como fazer, entendeu? Eu gostei muito das considerações da Adjane, com relação à mapa de episódios. A gente poderia ter feito episódios para construção de conhecimento em relação ao grupo, mais nesse aspecto, professor Mortimer.

**Eduardo Mortimer.** Muito bem. Mas eu continuo achando que a questão dos valores não está acentuada no artigo.

**Maria Clara Cruz.** Não, não está, mas está implícita.

**Eduardo Mortimer.** É, mas aí fica essa questão: como que vocês poderiam melhorar essa relação? Nós estamos trazendo aqui informações que podem melhorar essa relação, pelo que eu entendi. Eu acho que essa questão dos valores, sempre é uma questão difícil. Mas às vezes, por você não pensar na questão de valores, é que você coloca no estudo de caso então, 1000 cabeças de gado, eu me assustei com isso. Então, será que as pessoas não estranham um fazendeiro ter mil cabeças de gado? Não sei na conta de vocês, mas para minha conta é muito. É a relação do dominador e do dominado, porque os valores sempre vão surgir nessa intersecção. Então, eu acho que isso é importante.

**Maria Clara Cruz.** Eu achei relevante sua fala.

**Eduardo Mortimer.** A outra questão que pergunto, tem a ver com a da Adjane mas enfatiza a natureza da ciência. Vocês discutem aspectos relacionados ao fazer Ciência. Então,

seria interessante você reforçar, e aqui estou só reforçando o que a Adjane colocou, que tipo de ação os alunos fizeram que colaborou para eles se desenvolvessem também em relação à natureza da ciência. Então, eu acho que nessa questão, eu não vou entrar porque a Adjane explorou bem. Agora, os modelos de biodigestor que os alunos pesquisaram foram todos descartados. Estão relatados no artigo o modelo paquistanês, o indiano e outros, e todos foram descartados. Como é que foi isso? Quais as dificuldades na construção do biodigestor? Isso tem alguma influência no andamento da pesquisa? O aluno se decepciona? Ou não se decepciona? Como é que vocês fizeram com essa questão? Porque tem um encantamento de você trabalhar um tema. Mas eu considero que também tem frustrações. As vezes se propõe certas soluções, mas as vezes não tem jeito, porque a escola não tem condições de construir uma coisa de alvenaria, estão mais do que certos. Mas como é isso?

**Valéria Paixão.** Então Mortimer. A gente pediu que eles fizessem essas pesquisas do melhor biodigestor a ser construído porque no nosso ponto de vista, num trabalho argumentativo, não se pode dá respostas prontas, e sim, auxiliar o aluno a encontrar suas próprias respostas. Então, a visita técnica já foi um impulsionamento, para eles já verem como era um biodigestor artesanal. Porque na visita técnica, o biodigestor era de alvenaria com um gasômetro de caixa d'água. Então, o ambiente foi favorável para que eles vivenciassem um biodigestor já adaptado nas condições da região e pedi que eles pesquisassem na internet, também, modelos de biodigestor, como também que relatassem as desvantagens dos modelos encontrados. Então quando eles vieram para discussão na sala de aula, eles trouxeram o modelo que consideram o melhor modelo a ser construído, sempre com um questionamento: Qual a desvantagem desse biodigestor? A escola tem condições de construir esse biodigestor? Qual o seu tempo de vida útil? Então, inicialmente, os alunos ouviram de nós que não tem como construir esse biodigestor que eles escolheram. Então, reforçou-se as modificações. A pergunta posterior foi: Que tipo de modificação se pode fazer? Foi nesse sentido as discussões. Eles traziam as ideias e a gente confrontava, mas sem impor o que deveria ser feito.

É claro que é um processo lento, não é algo assim muito fácil para educadores que estão acostumadas a dar respostas e o aluno obter as respostas imediatas do professor.

Então isso foi uma aventura desafiadora, uma discussão de mais de 2 aulas até eles conseguirem relacionar os modelos que tem na literatura, com o modelo que ele viu na visita técnica e chegar à conclusão de fazer o biodigestor adaptado a bombona para a escola. Como a demanda energética lá era somente para uso em laboratório não teria necessidade de ser um biodigestor tão grande, que poderia facilmente adaptar o biodigestor encontrado na visita técnica para algo menor. Aí foi nesse sentido o encaminhamento das discussões, sempre priorizando a participação ativa dos discentes.

**Maria Clara Cruz.** Você percebeu alguma tristeza ou eles conseguiram fazer a transposição com o mesmo empenho?

**Valéria Paixão.** Eles ficavam ainda mais curiosos, instigados, porque não é só dizer assim - está errado - é construir a resposta de uma maneira que não desestimule os alunos. E Mortimer, em relação aos valores, eu não quis interromper a sua fala naquele momento. Então, eu imaginei CTS não é apenas Ciência e Tecnologia, têm que ter sociedade e meio ambiente em discussão. Ou seja, não é apenas uma alfabetização na tecnologia tem que também criar uma criticidade no aluno. Se nós vamos trabalhar biodigestor, então não podemos apenas chegar lá e dizer o biodigestor economicamente viável, pois ele gera energia, mas em relação aos aspectos sociais,

ambientais e éticos ele também é viável? Estas questões foram centrais nas discussões ao decorrer da pesquisa.

**Bernardino Lopes.** Pergunto se a Adjane quer falar mais alguma coisa, ou perguntar alguma coisa à Valéria e à Clara. Ou se Valéria e Clara querem perguntar alguma coisa ao Eduardo.

**Adjane Silva.** Considerando a fala do Eduardo, eu pergunto: quando vocês elaboraram esse caso, qual a intenção de colocar tantas cabeças de gado? Por que essa quantidade tão grande? O que vocês quiseram mobilizar com essa quantidade? É um caso fictício, não é? Por que essa quantidade? Foi pensando na intensidade de contaminação do ambiente?

**Maria Clara Cruz.** A gente quis o exagero de dejetos. A quantidade enorme de dejetos, se tinha mil e comprou mais mil, então, muito dejetos a poluir, não é? Mas talvez, tivéssemos que repensar um pouco esse caso dos mil mais mil, porque foi um pouco exagerado. Eu entendo que o Prof. Mortimer relatou, pois, Freire (2008) adverte sobre a necessidade de aprender as situações da vivência, também denominadas de contradições existenciais, do mundo dos educandos, pois são nestas que estão presentes os temas geradores de debate, que, contribuindo para uma mudança comportamental, sinalizando para uma reprodução reflexiva e crítica do conhecimento, tornando efeito a partir da vivência.

**Adjane Silva.** De qualquer forma, se tem o fazendeiro que pode comprar essa quantidade de cabeças de gado, mesmo aquele que não vai conseguir comprar vai também sofrer com contaminação do ambiente e tudo mais, não é? Então, talvez esses aspectos pudessem ser trabalhados. Mesmo aquele que não vai conseguir comprar gado vai estar sofrendo com o impacto ambiental da mesma forma, diante daquele que está ganhando muito dinheiro e não está cuidando do meio ambiente.

**Eduardo Mortimer.** Sobre essa questão, vocês poderiam pensar na sobra de comida de todas essas famílias da escola. Se vocês pensassem nisso, numa abordagem CTS você já tem que trazer, desde o começo, uma preocupação com questões que vão de alguma forma dar um rumo ao seu projeto. Eu estranhei essa colocação das cabeças de gado. É uma naturalização de um tipo de proprietário, enquanto um tem 1000 outro não tem nenhum. Se você fala, vamos pensar um biodigestor, vamos reunir pequenos proprietários e vamos fazer um biodigestor para esses pequenos proprietários, você muda a relação, não é mesmo? Antes você estava resolvendo problema de um capitalista. Mas você pode resolver o problema de vários pequenos proprietários. Isso é um fato que passa despercebido, não é? Você não percebe.

**Valéria Paixão.** Qual objetivo principal do estudo de caso? Nós tínhamos um problema, e os alunos tinham que buscar e apresentar uma solução. Então, os alunos tinham que relacionar os conteúdos de química, de física e biologia com a tecnologia do biodigestor, compreender o processo de biodigestão para entender como ocorre produção de biogás e os fatores que influenciam para obter um maior ou menor concentração do gás metano, que era o gás de interesse. Assim, o principal objetivo do estudo de caso foi realmente tratar os conteúdos científicos de modo a dar uma solução, daí as 1000 cabeças de gado. Eu concordo com seu questionamento, Mortimer, mas foi uma maneira que encontramos para impactar os alunos.

**Eduardo Mortimer.** Chamar atenção para construir um biodigestor para os pequenos proprietários. Você poderia fazer o mesmo estudo de caso, e colocaria o biodigestor como pertencente a um grupo de pequenos proprietários. Construir um biodigestor coletivo, aí já dava essa dimensão. Então, sem querer, nós passamos uma naturalização da política, passamos uma

naturalização do capitalismo. Os valores estão como que nas entrelinhas, eles não são ditos, eles estão no não dito. O problema está ótimo, mas eu já vi nele uma questão de valores. Então eu tenho que ele construir o problema bem amarrado para que não fiquem soltas essas pontas.

### 3.5 Comunidade sustentável a partir da escola

**Maria Clara Cruz.** Uma escola sustentável para uma comunidade sustentável. Eu vou-me deter um pouco na agenda 2020-2030. Se o aluno concebe o que é sustentável dentro da escola, eu acredito que valeu a pena o artigo, pois ele entende a sustentabilidade. E se tiver na sala de aula algum aluno cuja família se sustente com a pecuária familiar, ele consegue fazer essa transposição. Assim, a escola sustentável está gerando a comunidade sustentável. Há esse lado também. Infelizmente se tem a questão da dominação, e eu concordo. A dominação existe, está entremeada, mas mesmo assim o artigo não tira a possibilidade de alcançar a comunidade. Então, para superar a situação de oprimido, o processo educativo deve ser considerado como prática da liberdade pela dialogicidade, focada na interlocução entre educador e educando (Freire, 2008). Neste sentido, reconhecê-los como sujeitos de uma outra pedagogia e dialogar através de suas identidades e histórias fez toda a diferença

### 3.6 Acessibilidade dos dados usados para outros trabalhos

**Bernardino Lopes.** Deixem-me fazer uma pergunta à Valéria e à Clara para passarmos, se não se importam, para a terceira parte. A pergunta é a seguinte: os dados que utilizaram para descrever este trabalho estão todos publicados em mais algum artigo para além deste, ou outra forma de publicação? Estão acessíveis? Estou a fazer esta pergunta porque a Adjane falou que uma forma de se aproximar investigação e práticas, de enriquecer quer a investigação quer as práticas seria estudar as práticas epistêmicas dos alunos durante este percurso, mas seria necessário ter mais dados para isso. A minha pergunta tem a ver com essa possibilidade prática de se fazer esse estudo adicional. Concretamente, vocês têm mais dados para além daqueles que estão publicados? Esses dados estão acessíveis, ou não?

**Maria Clara Cruz.** Os autores do artigo não conseguiram publicar as escritas do grupo focal, que foram os dados iniciais, porque não tínhamos espaço suficiente no artigo. Trabalhamos as discussões, mas nós não fizemos o mapa de episódio. Nós gravamos o que podíamos. Isso se encaixa muito bem no que a professora Adjane falou. Seria um trabalho que se poderia aprofundar, perceber a construção do conhecimento pelo aluno, a mediação pelo professor. A partir disso gerar vários episódios e assim construir argumentação, construir colaboração, a questão do valor muito bem falado pelo professor Mortimer. Então não se fez essa parte. Daí surge uma outra prática que a gente também não se aprofundou: argumentação seguindo o padrão de Toulmin (2006). Eles tiveram que resolver o estudo de caso e desenvolver uma parte escrita no grupo, por exemplo, como retirar o H<sub>2</sub>S do biogás produzido. Então eles tiveram essa escrita que é só uma abordagem inicial do que é uma argumentação. Você gostaria de acrescentar algo Adjane?

**Adjane Silva.** Só complementando a pergunta do professor Bernardino. Vocês gravaram as aulas?

**Valéria Paixão.** Sim, foram todas gravadas.

**Adjane Silva.** Então vocês têm esses dados. Não estão tratados, mas têm os dados brutos, as gravações...

**Valéria Paixão.** Bom... acho que não tenho mais...

**Adjane Silva.** Mas, houve essa preocupação de alguma forma...

**Valéria Paixão.** Isso, teve registro porque a maioria das discussões foram verbais. Foi aquele contato direto entre professor e aluno. A parte escrita foi focada apenas no final.

**Adjane Silva.** Certo, mas muita discussão entre professor e aluno...

**Valéria Paixão.** Isso... foram gravadas. A gente tratou dados baseados nessas gravações...

**Maria Clara Cruz.** Então os dados que a gente tem não são substanciais para continuar o desenvolvimento de um outro artigo. Não são dados robustos. Não são dados de uma prática construtiva, epistemológica. A gente não tem esses dados.

### **3.7 Passar a prática CTS não tradicional para o currículo normal**

**Eduardo Mortimer.** Eu volto então à questão que eu tinha formulado. O estudo foi feito no extra turno. Tem alguma possibilidade de ser feito no turno da escola? Esse é o grande problema que enfrentamos. O professor fala «Ah, mas eu aqui não tenho condições para fazer isso na minha sala porque eu trabalho demais, tenho de dar tal conteúdo... não vou fazer isso, não...». Então, há um grande número de professores que não consegue implementar certas coisas. Daí vem a minha pergunta. Vocês já estão fazendo isso nas aulas normais?

**Maria Clara Cruz.** Este artigo se aplica muito à escola de tempo integral, que é uma formação centrada no aluno. Então, o artigo tem um perfil para a escola de tempo integral. Eu ensino em uma escola de tempo integral em Penedo/Al. Nesta escola, tenho repensado a minha praxis continuamente para me adequar ao mundo contemporâneo, então, passei de uma formação tradicional para um ensino interdisciplinar com as áreas da Ciência da Natureza. Portanto, a minha experiência diz que a prática pedagógica deve acompanhar a construção de conteúdos e valores. A questão é: vamos trabalhar mais valores e prática pedagógica do que o conteúdo? É isso que me inquieta na aplicação deste artigo numa escola sem ser integral, de apenas um turno. Eu acredito que um projeto para ser aplicado numa escola de apenas um turno tem de ser bimestral. Ou seja, sendo bimestral ele aborda uma unidade de ensino. Por exemplo, se vou ministrar a termoquímica e a cinética, posso montar um projeto sobre carro elétrico e trabalhar em dois meses os conteúdos. Porém, fica inviável trabalhar biodigestor na disciplina de Química em um semestre, muito provavelmente, não conseguirei agregar todos os conteúdos das unidades. Foram 22 aulas, é quase um semestre, eu acho que diluí o conteúdo. Eu acredito que quando isso acontece não é aceitável. A diluição do conteúdo por uma prática que apenas foca no cotidiano, é algo que não pode acontecer em nossas classes. Por isso, essa abordagem se encaixa bem na escola integral, seja numa oferta eletiva ou num projeto integrador. Ressalto, que esses alunos tiveram uma aprendizagem para vida muito importante, porque eles aprenderam a saber pesquisar, ver fontes, analisar o que é verdade nas *mídeas*; além de uma abordagem capaz de ampliar a sua visão do seu cotidiano local pela mediação do professor. E isso é um valor muito grande, a capacidade de transformar realidades. E essa é a questão do projeto. Por quê? Engajar alunos não é uma tarefa fácil no cenário atual. Porque os alunos gostam de assistir e jogar *free fire* em plena aula, ou seja, estão sendo envolvidos pelos jogos on-line. Só o facto de conseguir

engaja-los e envolver o aluno para transformar a escola em uma escola sustentável, gera caminhos para estes alunos também produzir uma comunidade sustentável. Nada como o exemplo!

**Bernardino Lopes.** Isso é um belo desafio para os investigadores.

#### **4. COMO PODEREMOS PERSPETIVAR UMA AGENDA PARA ESTA RELAÇÃO INVESTIGAÇÃO-PRÁTICA TENDO COMO HORIZONTE A AGENDA 2030?**

##### **4.1 Agenda 2030 "não deixar ninguém pra trás" e a educação em Ciência**

**Bernardino Lopes.** Tentando projetar o futuro e pegando na pergunta do Eduardo e na resposta da Clara, como é que nós podemos pensar que este tipo de experiências pode ser implementado, pode ser perspectivado, pode ser repensado de forma a que isto não seja apenas uma experiência pontual. Há possibilidade de fazer isso?

**Maria Clara Cruz.** Eu creio que a temática aborda a questão da desigualdade social, o que o professor Mortimer falou muito bem. Eu penso que poderia trabalhar no Brasil essa questão da desigualdade social. Tem uma frase na Agenda 2030 «não deixar ninguém para trás» que não podemos esquecer. Não podemos deixar o pequeno pecuarista para trás, junto com seus familiares. Então eles poderiam utilizar os dejetos bovinos e produzir energia de uma maneira importante para a vida familiar. Talvez, orientar uma política pública. Porquê? Porque o planeta precisa de um desenvolvimento sustentável. E se parti da escola para comunidade é outra coisa. Então a escola tem uma função social. E essa função social é de desmistificar que o dominado está à mercê, à deriva, é capaz também de gerar conhecimento, de formar e de transformar o meio em que está. Essa é a grande expectativa do projeto. É fazer com que a escola que esteja numa cidade que viva da pecuária transforme a comunidade por incorporá-la a uma prática sustentável. Então, os alunos podem ser multiplicadores. A partir disso, a formação da escola tem tudo a ver com «não deixar ninguém para trás» que é a questão da pobreza que a gente sabe que o nosso contexto atual, tem muita gente com dificuldade no Brasil. Então «não deixar ninguém para trás» é formar condições de ver a ciência com um outro olhar, um olhar transformador. Expressa a saída da sub-humanidade e a subcultura e coadunam para um conhecimento escolar que se articulou com a realidade e a educação se estabeleceu como elemento de transformação.

##### **4.2 Escola para a comunidade e sustentabilidade**

**Valéria Paixão.** Eu gostaria de complementar a fala de Clara. A agenda 2030 fala bastante de sustentabilidade. O projeto de biogás se aplica nessa questão da sustentabilidade. Vimos um problema econômico, um problema social e ambiental daquela cidade. Trouxemos esse problema para a sala de aula para dentro da escola, porque eu acredito que a escola tem que trabalhar com que está dentro do contexto do aluno. Ou seja, considerar o lugar que o aluno está inserido e trabalhar um problema social da sua região e levar para sala de aula para a sala. E um ponto que não foi discutido e não está tão destacado no artigo é que o subproduto da biodigestão é considerado adubo orgânico e pode ser utilizado nas lavouras. Então, além de ter energia térmica, tem também adubo orgânico. Um dos alunos relatou que os pais dele estavam construindo um biodigestor em sua residência e que agora tinha conhecimento para auxilia-los.

### 4.3 Escola integral para todos e desigualdade social

**Adjane Silva.** Eu achei interessante na fala de Clara quando ela coloca a possibilidade de aplicação da proposta didática numa escola de tempo integral. Penso que aí já se mostra um caminho viável e possível. Já existem várias escolas de tempo integral. A ideia é que todas as escolas pudessem funcionar dessa forma. Na prática, a gente já vê projetos desse tipo funcionando em escolas de tempo integral até porque, vamos dizer assim, a estrutura dessas escolas requer isso aqui no Brasil: que se trabalhe com projetos e propostas interdisciplinares. Por mais que ainda não se tenha rompido com um estilo tradicional de aula, isso já é requerido. Então, eu penso que um caminho é lutar por mais escolas de tempo integral, pela implementação de projetos desta natureza, porque esse é um caminho que se vai tornando, cada vez mais, uma realidade cotidiana, do cotidiano escolar, e não apenas uma realidade que foi gerada para uma pesquisa. Como estamos a falar de propostas futuras, a possibilidade desta proposta didática ser implementada em escolas de tempo integral é realmente possível. Esta pesquisa da Clara e da Valéria está mostrando isso. Então, eu considero que o caminho é lutar por mais escolas de tempo integral como uma forma de possibilitar essa agenda de 2030.

**Eduardo Mortimer.** Então esse problema da escola integral no Brasil é vital. O Brasil é um país que já deveria ter escola integral pública para todos os alunos e alunas. Num país com o nível de desigualdades como o Brasil, a escola integral se impõe. Você tem que tirar a criança da rua. A criança, que às vezes está na rua, poderia estar na escola. Ela está na rua porque só tem escola durante meio período. Eu acho que essa é uma questão vital mesmo. Outra questão é que podemos, dentro da própria agenda 2030, ver outros temas que são possíveis de abordar. A questão do consumo e da produção responsáveis são muito interessantes de abordar. O que é um consumo responsável? Qual é a história de vida de uma embalagem? Como se chegou a produzir a embalagem? Qual a matéria prima utilizada? Depois de usado o produto, para onde vai essa embalagem? Você vai fazer o quê com ela? Então qual a história de vida dessa embalagem, como é que ela se completa? A tendência é de que, na produção, não se preocupe com o destino da embalagem. A maioria dos produtores não se pergunta se aquele produto vai lançar dejetos que vão poluir o meio ambiente. A questão de uma integração, que olhe todas as fases na vida de uma embalagem, por exemplo, eu considero isso riquíssimo para ser trabalhado numa escola de tempo integral. Qual a história de vida daquela embalagem? Para onde vai aquela embalagem? Vai ser reciclado, vai ser descartado? Todas essas coisas são temas da agenda 2030 e podem muito bem ser trabalhadas. Eu acho que seria interessante, de certa forma, incentivar o trabalho mais diversificado na escola em torno dessa agenda 2030.

**Maria Clara Cruz.** E poderíamos discutir também a questão do agrotóxico. Uma problemática terrível no Brasil. Muitas pessoas aplicam sem saber a classe toxicológica e morrem, como por exemplo, a classe vermelha altamente tóxica. Há muito relato disso. Isto devido a questão de não se ler o rótulo, de não identificar a classe toxicológica, não usar EPI e aplica-lo na lavoura sem conhecer os efeitos colaterais. É uma questão muito preocupante. Então, quando o aluno estuda numa escola que esteja próximo a uma produção agrícola ou os pais são pequenos agricultores, torna-se uma temática relevante. Pode haver, então, a emancipação social, cultural e política desta classe social excluída pela inferiorização de uns para garantir a dominação de outros. Neste contexto, o aluno pode fazer a transposição através do conhecimento escolar pela articulação com a realidade. Então, a educação se estabeleceu como elemento de transformação. Apesar de ser um tema muito discutido, o agrotóxico é atual, por causa da questão do dominante

e do dominado. É um tema que também aborda a liberação de muitos agrotóxicos banidos na Europa, porém, no Brasil ainda se usa.

#### **4.4 Estudos longitudinais e práticas epistêmicas**

**Adjane Silva.** Além da ideia da escola integral, eu penso que o investimento em estudos mais longitudinais é necessário. Eu falei das práticas epistêmicas, mas o próprio conceito refere-se a práticas que se tornam rotineiras e características de um grupo. Quando a gente considera estudos mais pontuais a gente vê na verdade uma potencialidade de instalação de determinadas práticas, mas elas vão se tornar práticas epistêmicas quando se tornam realmente rotineiras. Então, estudos mais demorados nas salas de aulas quando essas propostas começam a fazer parte do cotidiano escolar são importantes no sentido de a gente ver realmente essas práticas epistêmicas na relação entre pesquisa e prática pedagógica que está sendo desenvolvida.

Mais uma coisa que me chama atenção no trabalho de Valéria e Clara, que achei interessante, é que, quando se toca na questão das práticas epistêmicas no artigo de Kelly e Licon (2018), os autores falam de práticas considerando investigações científicas, questões sócio científicas e questões de engenharia no ambiente escolar. Eu considero que o trabalho delas toca muito nesse ponto das questões sócio científicas e da engenharia também, porque os alunos tiveram que produzir um artefacto tecnológico, o que caracteriza uma situação de Engenharia.

Então, houve práticas relacionadas a questões sócio científicas, em determinados momentos do ciclo de investigação, teve também, provavelmente, apenas questões científicas discutidas e as questões relacionadas à produção de um artefacto, que foi o biodigestor. Por isso, eu achei bem interessante a proposta didática, devido a essa diversidade de práticas científicas, sócio científicas, e de engenharia na perspectiva de ensino de CTS. Nesse sentido, eu chamei a atenção para as práticas epistêmicas.

#### **4.5 Desigualdades sociais e trabalho na sala de aula**

**Suzani Cassiani.** Gostaria de agradecer a presença das pessoas que estiveram nesta mesa. Está a ser muito interessante para nós que é um modelo novo na revista e é muito dinâmico. Estou com muita coisa pra falar aqui, mas não temos muito tempo. Eu trabalhei bastante com biodigestor, seja na escola quando eu era professora, seja na licenciatura. Então é um tema esplêndido. Gostei muito das perguntas e das considerações que foram feitas. Eu acho que nesse momento que a gente está vivendo que vai na contramão da agenda 2030 promulga, num momento terrível e o discurso da desigualdade social é muito importante pra gente trabalhar na sala de aula. Eu gostei muito de ouvir as professoras, queria perguntar sobre autonomia pra trabalhar essas questões das desigualdades, pensando no biodigestor, pensando na questão da fome, contra o racismo, tudo isso que a agenda 2030 defende, mas seria um debate muito bom também.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os editores agradecem a disponibilidade das autoras do artigo, o qual serviu de (pre)texto para articular e debater a investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, entre investigadores e professores da escola básica na temática relacionada à educação Ciência

Tecnologia e Sociedade (CTS). Agradecem, em especial, as autoras Valéria Paixão e Clara Cruz e igualmente a disponibilidade dos investigadores Eduardo Mortimer e Adjane Silva à contribuição para este debate.

Desta mesa redonda destaca-se a importância dada por todos os participantes pela oportunidade que a **APeDuC Revista** proporciona de juntar investigadores e professores da escola básica, que não se conhecem, mas que trabalham na mesma área e de diferentes regiões, para tentar ensaiar caminhos de aproximação entre as práticas educativas e a investigação em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia.

Esta mesa redonda permitiu salientar que as propostas de atividades de CTS carecem de se pensar à partida em três requisitos: a) a interdisciplinaridade necessita de uma questão sócio científica que seja relevante para a comunidade e região, onde os alunos estão inseridos, como é o caso da construção de um biodigestor na escola em que se realizou a prática educativa; b) os professores precisam encontrar uma forma de engajar os alunos no projeto e neste caso, as visitas técnicas foram muito importantes; c) o enunciado do problema, para o projeto, carece de ponderar a questão dos valores que estão implícitos ou estão a circular.

Em relação às formas de aproximar as práticas educativas e a investigação em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia emergiram diversos tópicos relevantes. Foi ressaltado, a importância da articulação entre as práticas e a investigação, fortalecendo as relações entre a escola e a universidade por meio de cursos de formação continuada, cursos de extensão ou outras formas, além da participação de professores em projetos de investigação na universidade. Outro aspeto relevante é a da absoluta necessidade de se trabalhar os valores vinculados aos interesses coletivos da comunidade associados à proposta educativa, condição necessária para se construir uma escola com compromisso social, ancorada na justiça social e no respeito ao próximo.

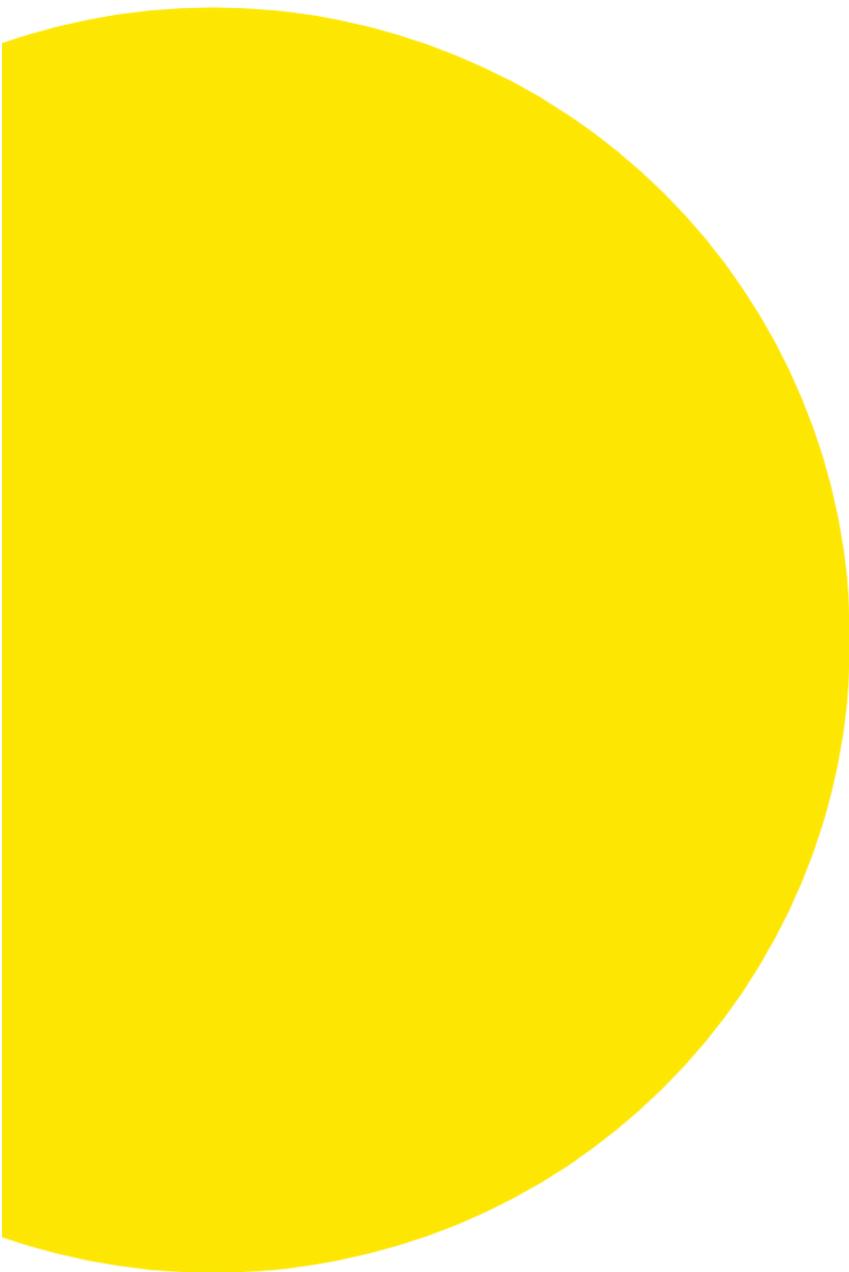
Um dos aspetos que sobressai da aproximação entre a investigação e as práticas educativas é a necessidade de recolha de dados que possam ser tornados públicos para serem olhados com outras perspetivas. Por exemplo, as práticas epistémicas que foram trabalhadas no projeto educativo poderiam ser estudadas posteriormente com outro fôlego. Finalmente, uma questão central que emergiu é a de como pode ser transposta a prática CTS, não tradicional, que se trabalhou no projeto do biodigestor para o currículo normal, apontando-se como uma solução viável, no contexto brasileiro, para estas propostas poderem ser integradas nas escolas regulares.

No seguimento das ideias que se apresentaram no terceiro momento da mesa redonda, no contexto do desenvolvimento sustentável proposto pela agenda 2030, aparecem como imperativos éticos fundamentais que: a) é importante "não deixar ninguém pra trás"; b) a escola deve trabalhar com e para a comunidade, c) se universalize a escola integral, no contexto brasileiro, para todas e todos, d) sejam realizados estudos longitudinais em particular sobre as práticas epistémicas dos alunos que podem ter lugar nestas atividades interdisciplinares.

Este caminho de aproximação entre investigação e práticas educativas é certamente um caminho difícil, mas é algo essencial a fazer-se para que a investigação seja reconhecida como tendo um valor social relevante e a prática educativa possa ter um impacto na qualidade da formação das crianças e jovens como pessoas, cidadãos e aumentando de forma notória e reconhecida a sua literacia científica, matemática e tecnológica.

## REFERÊNCIAS

- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Kelly, G. J., & Licona, P. (2018). Epistemic practices and science education. In *History, philosophy and science teaching* (pp. 139-165). Springer, Cham.
- Paixão, V. V. M., Batista, C. H., & Cruz, M. C. P. (2019). Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). *Química Nova na Escola*, 41(4), 351-359. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160175>
- Santos, W. L. P. D., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 2(2), 110-132.
- Toulmin, S. E. (2006). Os usos do argumento. (Trad. de R. Guarany e MB Cipolla). São Paulo: Martins Fontes.
- UN. 2015. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development, United Nations, A/RES/70/1; [acedido em abril 2021]. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- Wyse, D., Brown, C., Oliver, S., & Poblete, X. (2020). Education research and educational practice: The qualities of a close relationship. *British Educational Research Journal*.



**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.

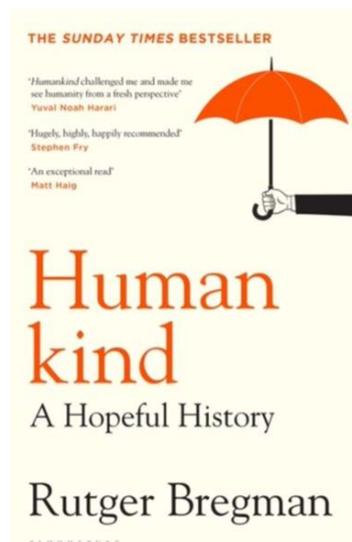
**RECENSÃO CRÍTICA DO LIVRO "HUMANIDADE: UMA HISTÓRIA DE ESPERANÇA"  
(2020) DE RUTGER BREGMAN**

CRITICAL REVIEW OF THE BOOK "HUMANKIND: A HOPEFUL HISTORY" (2020) FROM RUTGER BREGMAN

RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO "HUMANIDAD: UNA HISTORIA DE ESPERANZA" (2020) DE RUTGER BREGMAN

**Luís Tinoca**

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



**Figura 1** Capa do livro (Bregman,2020).

Humankind (2020) é o segundo livro de Rutger Bregman, de alcance mundial, depois de Utopia para Realistas (2018). É um livro de esperança, que desconstrói diversos episódios da história da evolução da humanidade, para apresentar uma visão muito mais empática do que o que estaríamos à espera.

A premissa do livro de Bregman é que a evolução até ao Homo Sapiens exigiu o desenvolvimento de processos de cooperação, por isso, estamos fortemente empenhados em ser sociais, trabalhar em grupos, e considerar o que é melhor para o coletivo. O autor rejeita as teorias de Hobbes, que acreditava que a humanidade estava protegida da maldade inerente pela sociedade civilizada, e defende em alternativa a visão de Rousseau, que sugeriu que a vida era muito melhor quando os humanos existiam como nómadas, antes da invenção da agricultura e da civilização introduzir o conflito e a doença. Bregman percebe que muitas pessoas discordam

do seu argumento central. Então, que ideia radical é esta? Que a maioria das pessoas, lá no fundo, são bastante decentes?! Segundo ele, foi preciso a civilização - especificamente, o conceito de propriedade privada, que, por sua vez, exigiu a defesa da propriedade - para começar a decair esse impulso incorporado para a cooperação.

A secção inicial do livro é assim dedicada à desconstrução da má ciência e da má comunicação social que têm apresentado as sociedades primitivas como sendo mais sanguinárias e autodestrutivas do que as civilizações modernas. Bregman dedica uma parte significativa do trabalho a acontecimentos traumáticos e horríveis da história humana, como o Holocausto, que fornecem provas inquestionáveis do potencial do mal humano. Ao examinar estas atrocidades, Bregman desconstrói as condições em que os participantes agiram. Ele fá-lo com sensibilidade, e sem ilusões sobre as cicatrizes muito reais deixadas por estes acontecimentos. Em muitos casos, Bregman descobre que o desejo de violência, ou caos, foi quase inexistente - pelo contrário, oferece uma nova e intrigante análise do papel que o poder, a influência e a sobrevivência têm desempenhado nas decisões que as pessoas "comuns" tomam, incluindo as que têm consequências horríveis.

Na secção final Bregman investiga formas alternativas de estruturação da sociedade através do microcosmo de uma prisão e de uma escola, e considera como poderíamos extrapolar uma visão menos cínica do mundo para uma verdadeira mudança positiva. É esclarecedor ler comparações entre as prisões norueguesas de Halden & Bastøy e as da América. Bregman não só fornece uma descrição intrigante das condições em ambas, como também fundamenta os efeitos com dados concretos. A abordagem da prisão norueguesa de compaixão, democracia e verdadeira reabilitação é significativamente mais eficaz, e em última análise também mais barata.

Para concluir, *Humankind* é um guia para ver o mundo de um ângulo diferente, a fim de encontrar soluções mais eficazes para os grandes problemas que hoje enfrentamos da sociedade, democracia e modernidade. Este trabalho oferece uma alternativa genuinamente otimista - embora Bregman não tenha dúvidas em reconhecer quão monumental é a mudança que propõe.

## REFERÊNCIAS

Bregman, R. (2020). *Humankind: A Hopeful History*. London: Bloomsbury.

Bregman, R. (2018). *Utopia para Realistas*. Lisboa: Bertrand.

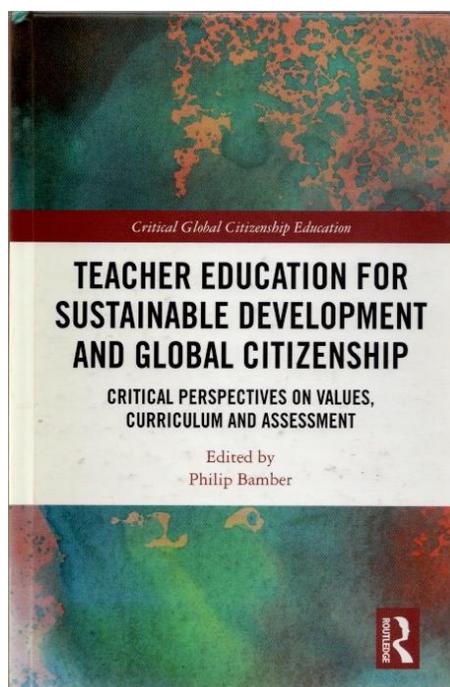
*RECENSÃO CRÍTICA DO LIVRO “TEACHER EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND GLOBAL CITIZENSHIP. CRITICAL PERSPECTIVES ON VALUES, CURRICULUM AND ASSESSMENT”*

CRITICAL REVIEW OF THE BOOK “TEACHER EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND GLOBAL CITIZENSHIP. CRITICAL PERSPECTIVES ON VALUES, CURRICULUM AND ASSESSMENT”

RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO “TEACHER EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND GLOBAL CITIZENSHIP. CRITICAL PERSPECTIVES ON VALUES, CURRICULUM AND ASSESSMENT”

**Patrícia Sá**

Universidade de Aveiro, CIDTFF-UA, Portugal  
patriciasa@ua.pt



**Figura 1** Capa do livro - Teacher Education for Sustainable Development and Global Citizenship. Critical Perspectives on Values, Curriculum and Assessment – Routledge, New York, USA

O livro *Teacher Education for Sustainable Development and Global Citizenship. Critical Perspectives on Values, Curriculum and Assessment* é uma obra coletiva, publicada pela editora Routledge e coordenada por Philip Bamber, Professor Associado na Liverpool Hope University, Reino Unido. A obra faz parte de uma coleção de 4 volumes - *Critical Global Citizenship Education* – editada por Carlos Alberto Torres, Diretor do Instituto Paulo Freire, *Distinguished Professor* da Universidade da Califórnia em Los Angeles e *Chair* da Cátedra da UNESCO *Global Learning and Global Citizenship Education 2015-2019*. Este volume conta com o contributo de vinte e nove autores, provenientes de nove países. Dos autores fazem parte educadores em organizações da sociedade civil, investigadores, professores de diferentes níveis educativos, formadores de professores, diplomatas e políticos.

Trata-se de uma compilação de 17 capítulos organizados em três partes: Parte 1 – Valores (seis capítulos); Parte 2 – Currículo (seis capítulos) e; Parte 3 – Avaliação (cinco capítulos). A formação de professores e a Educação para o Desenvolvimento Sustentável e Cidadania Global (EDS/CG) são as questões transversais a todos os capítulos.

A Parte 1, focada nos valores e no modo como estes definem consciente ou inconscientemente o entendimento que os professores e educadores têm sobre a EDS/CG e a sua prática, evidencia a importância de se trabalhar explicitamente na formação (inicial e contínua) os valores fundamentais para um mundo mais justo e sustentável. Os diferentes capítulos apresentam resultados de investigação realizada em contextos de formação de professores e analisam os valores que suportam a política de educação e a prática EDS/CG a nível local, nacional e internacional.

A Parte 2 explora o contributo da investigação e da prática EDS/CG para a construção ou redefinição de um currículo significativo na formação de professores. Analisa diferentes perspetivas críticas sobre o currículo e apresenta evidências, provenientes de investigações e práticas, que informam a inovação curricular em diversos contextos educativos internacionais.

A Parte 3 desafia os educadores a repensar o que valorizam como resultados da educação e considerar os valores e as atitudes como uma parte fundamental da transposição da EDS/CG para a prática. Os vários autores consideram que os valores e as atitudes deverão ser centrais na monitorização e avaliação na formação de professores em EDS/CG e propõem diversas estratégias criativas e inovadoras para ultrapassar os constrangimentos dos mecanismos de avaliação institucional e ir além da avaliação individual.

Juntando perspetivas empíricas e teóricas, este livro pretende contribuir para uma nova compreensão sobre as dimensões holística, crítica e transformadora da EDS/CG, relacionando-as com o papel dos valores, do currículo e da avaliação na formação de professores. Recorre à investigação para fundamentar a reflexão sobre o modo como estas dimensões poderão ser integradas na investigação, na prática e na política educativas. Pela atualidade e relevância da EDS/CG, pela sua centralidade na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, considera-se que esta obra será de grande interesse não só para investigadores em educação, professores e formadores de professores, mas também para académicos, líderes escolares, políticos e todos os comprometidos com uma educação de qualidade, mais humanista e orientada para a promoção da paz, da tolerância e da sustentabilidade.

## REFERÊNCIA

Bamber, P. (Edt) (2020). *Teacher Education for Sustainable Development and Global Citizenship. Critical Perspectives on Values, Curriculum and Assessment*. New York: Routledge

RECENSÃO CRÍTICA DE “DIANTE DE GAIA? CONTRIBUIÇÕES PARA PENSAR AS  
CIÊNCIAS, CULTURAS E EDUCAÇÃO” (2020) DE BRUNO LATOUR

CRITICAL REVIEW OF “FACING GAIA? CONTRIBUTIONS TO THINK SCIENCES, CULTURES AND  
EDUCATIONS” (2020) FROM BRUNO LATOUR

RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO “¿CARA A CARA CON EL PLANETA? CONTRIBUCIONES PARA PENSAR  
CIENCIAS, CULTURAS Y EDUCACIONES” (2020) DE BRUNO LATOUR

Alexandre Luiz Polizel & Roberto Dalmo Varallo Lima de Oliveira  
Universidade Estadual de Londrina, Universidade Federal do Paraná, Brasil  
xandepolizel@gmail.com

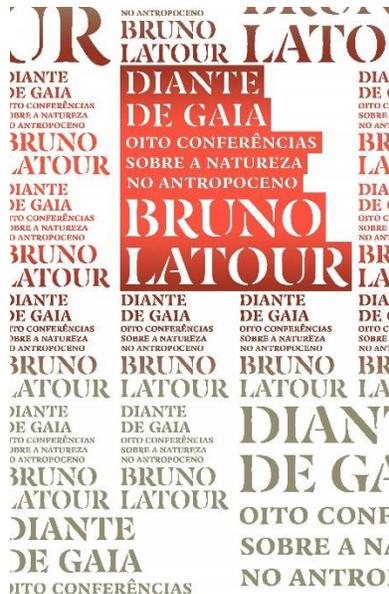


Figura 1 Capa do livro (Latour, 2020).

Bruno Latour, antropólogo, sociólogo e filósofo francês, vem há algum tempo se dedicando a compreender os modos de composição de saberes e a instauração de existências. No Brasil, ele tem sido popularizado e introduzido em múltiplos campos disciplinares, no que tange às relações que tem desenvolvido nos estudos de humanidades, laboratórios e das constituições das científicas. Os estudiosos das Ciências – em seus múltiplos aspectos das Ciências Humanas, Exatas, da Terra e da Natureza – consideram-no como sujeito de uma virada antropológica: aquele que voltou o olhar aos laboratórios europeus e os considerou simétricos aos estudos realizados com ‘populações autóctones’. Tal virada colocou-o como sujeito que

empresta bases epistemológicas, metodológicas e das 'ações-redes' para produzir giros nos modos de produzir Ciências (e educações).

Vê-se, neste sentido, que suas obras ganharam visibilidade, visto que são adotadas e se consolidam no desenvolvimento de analíticas de como os saberes e conhecimentos são produzidos em suas especificidades-singularidades como produções (e produtoras) culturais.

Vê-se que no Brasil essa popularidade tem sido guiada a partir de suas obras: *Jamais fomos modernos* (1994), *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora* (2000), *A esperança de Pandora – ensaios sobre a realidade dos estudos científicos* (2017), *Políticas da Natureza – como associar as ciências à democracia* (2004), *Reagregando o social: uma introdução a teoria ator rede* (2012), *A fabricação do direito – um estudo de etnologias jurídica* (2020), *Investigação sobre os modos de existência: uma antropologia dos modernos* (2019) e *Júbilo ou os tormentos do discurso religioso*, dentre outros ensaios, entrevistas e livros ainda em tradução. Esses manuscritos tornaram-se ponto de passagem, encruzilhadas para aqueles que têm estudado as mediações coletivas-constitutivas no mundo contemporâneo.

No ano de 2020, evidenciamos uma ampliação das possibilidades de pensar com Bruno Latour a publicação da obra traduzida *Diante de Gaia: oito conferências sobre a natureza no antropoceno*, publicada em uma parceria articulada pela UBU Editoria e pelo Ateliê de Humanidades Digital. Ressalta-se que este livro coloca o pensar os acontecimentos do presente a partir de uma temporalidade que deixa marcas na terra a partir das produções, ações e refugos (não) humanos: o antropoceno.

Bruno Latour organiza esta obra em oito conferências, produzidas em 2013, para Gifford Lectures em Edimburgo. Tais conferências são pensadas a partir de um “Novo Regime Climático” (p. 9) que nos coloca a pensar uma escolha existencial: “manter a modernização apesar de tudo; cambaleiar rumo a uma mudança ecológica, por mais dolorosa que seja; ou ainda negar a situação e fugir, em um escapismo cada vez mais descabido” (p. 9).

Para traçar reflexões que nos colocam *de front* com tal questão ontológica, nos coloca em face à Gaia: representação da finitude, as reações dos não humanos (e humanos) que compõem a terra, do fim da terra prometida pela modernidade, de um recomeço ecológico (em planos subjetivos, sociais e ambientais), salientando que Bruno Latour organiza e apresenta tais questões e atravessamentos em oito conferências.

*Primeira Conferência: Sobre a instabilidade da (noção) de natureza.* Nesta, Latour reflete acerca da “mutação da relação com o mundo” (p. 23), de novas relações ecológicas que nos colocam a questionar e refletir sobre os usos cínicos da ideia de crise e de sua falsa sensação de que “isso vai passar” (p. 23), bem como de Ecologia como algo que se refere a outros “seres da natureza vistos de longe” (p. 23). Contudo, Gaia reage a nossas ações e apresenta as limitações do cinismo, colocando um novo regime climático em voga – como novas condições, relações e agenciamentos das materialidades e possibilidades existenciais-experienciais–, assim, convida a “maneiras de a Ecologia nos enlouquecer” (p. 28): dos (climato)negacionistas, quietistas, dos retrógrados e dos desesperados. Apresenta as construções das (noções) de natureza em dicotomia com a cultura e a sua instabilidade. Convida-nos, dessa forma, a pensar um Novo Regime Climático por outras noções não dicotômicas, mas enredadas, ecológicas...

*Segunda Conferência: Como não (des)animar a natureza.* Nesta, o pensador irá nos instigar a pensar as “verdades inconvenientes” (p. 75) que nos mobilizam a refletir e manter as controvérsias em movimento, que nos instigam a “expressões híbridas” (p. 76) e a uma epistemologia que não se espante e paralise com a “imensa complexidade dos dispositivos científicos capazes de estabelecer medidas confiáveis” (p. 79). O convite é para pensar a potência

geológica e suas respostas que nos dizem algo, “descrever [estas respostas] para alertar” (p. 83). Para tal, o caminho situa-se não na assimetria entre humanos e não humanos, mas no pensar suas ações de modos híbridos, agenciados, coletivos, em rede. Esta óptica das ações, simétricas, em redes existenciais, nos oferece a possibilidade de repensar uma terra que se move, encontra-se animada, encantada.

*Terceira Conferência: Gaia: uma figura (enfim profana) da natureza.* Bruno Latour segue neste convite do pensar a natureza no Antropoceno, trazendo à cena Galileu e Lovelock, introduzindo a partir de uma hibridização entre história da ciência e ficção – se é que é possível separá-las – a constituição de uma taxonomia de Gaia como uma linha de força-conceito. “Gaia, Gé, Terra, não é uma deusa propriamente dita, mas uma força que antecede os deuses” (p. 136), é trazida como algo que antecede os seres, pois estes são uma produção em ação, e Gaia são as formas climáticas-materiais-terranas nos quais os seres se compõem. Gaia, contudo, não deve ser pensada como um “‘Sistema’, ‘homeostase’, ‘regulação’, ‘limites favoráveis’” (p. 157), na verdade, estes “são termos muito perigosos” (p. 157). Não há superorganismo, engenheiro, parcialidade ou totalidade na noção de Gaia latouriana; o que há é uma noção de unidade em redes, conexões, instaurações de ‘ambientes’. Gaia é, assim, uma resposta ao antropomorfismo, é a apresentação de seus limites e das consequências produzidas pelas ações que deixam marcas na crosta terrestre. Há uma centralidade nesta conferência do situar Gaia como conceito, era, existência...

*Quarta Conferência: O Antropoceno e a destruição (da imagem) do Globo.* Bruno Latour passa em sua quarta conferência a refletir sobre a conceituação de Antropoceno, expondo as disputas do pensar esta como uma localização geológica no tempo, e os modos como a controvérsia tem sido tratada. Aparentemente, para os geólogos, é preciso decretar o fim do Holoceno para datar o Antropoceno, o binarismo/dicotomia mantém a controvérsia. A questão a ser considerada é que “Não se trata mais da paisagem, do uso da terra ou do impacto local. Agora a comparação é estabelecida com a escala dos fenômenos terrestres” (p. 187), pelas respostas e procuras que devem voltar o olhar às “ruínas sedimentares” (p. 188). O pensador nos coloca a pensar que talvez esta deva ser a “ocasião ideal para desagregar as figuras do homem e da natureza” (p. 194), redefinir os papéis e a “confusão entre a ciência e o globo” (p. 203). O convite do Antropoceno volta-se a pensar as existências a partir da noção de “composição” (p. 227).

*Quinta Conferência: Como convocar os diferentes povos (da natureza)?* O autor segue, então, a pensar esta composição, em sua quinta conferência, na conexão das múltiplas cosmologias. Ele reflete a partir de Thomas Hobbes a cosmologia como um contrato, pacto, produção que instaura as dinâmicas de existência. Contudo, traça críticas à noção de que esta pactuação do mundo seja orientada pelas “religiões da natureza” (p. 240), das visões “englobantes” (p. 240) guiadas por dicotomias, promessas modernas, pelas “guerras dos deuses” (p. 243). Bruno Latour convida-nos, com este capítulo, a refletir as diplomacias, os processos de negociação e as mobilizações coletivas como modos de convocar os diferentes povos a criar-inventar outras realidades e escutar-agir com Gaia.

*Sexta Conferência: Como (não) terminar com o fim dos tempos?* Para refletir tais mobilizações com Gaia, no Antropoceno, com os diferentes povos, somos levados a refletir sobre a questão do fim, da finitude. O olhar latouriano caminha a nos fomentar reflexões que temos feito sobre o “fim dos tempos” (p. 290), sempre narrando, ficcionalizando e produzindo os fins. Da origem religiosa ao projeto de “trazer o paraíso para a terra” (p. 305), o fim tem sido produzido como um momento crucial, um outro tempo e mundo para se viver melhor. Das promessas religiosas às modernas residiam uma “crença garantida de que deve haver dois mundos muito

separados, o de aqui-embaixo e o do além” (p. 318), destacando que este mundo sempre nos parecia melhor. Para alguns, o fim deste tempo sinalizaria o melhor porvir. Em contraponto, os (climato)negacionistas residem neste *mundo melhor*, que fica no passado (ou na fantasia destes), logo, os que trazem as discursividades científicas para mostrar que estamos modificando o clima, extinguindo espécimes, extraindo em demasia e que o mundo não aguenta mais ousarão chamar tais discursos de “apocalípticos” (p. 341). O que Bruno Latour nos coloca a refletir nesta conferência é “Como (não) terminar com o fim dos tempos?”, como refletir sobre as finitudes e os modos de pensar os limites das existências com Gaia no Antropoceno.

*Sétima Conferência: Os Estados (da Natureza) entre guerra e paz.* Latour caminha ao bordar este situar-se no Antropoceno com Gaia, refletindo as discursividades do Estado de Natureza e “o fim do Estado da Natureza” (p. 348). O convite é pensar a existência “rematerializá-la [...] reterrestrializá-la [...] de volta a uma repolitização da nossa concepção de Ecologia” (p. 348-349). Para o antropólogo, “É nessa tarefa que devemos nos concentrar agora” (p. 349). Partindo de uma concepção outra das naturezas, como composições coletivas e condições da existência, convida-nos a exercitar a “boa dosagem” (p. 356) para a “identificação de territórios de luta” (p. 387) e para “desenhar os territórios dos quais dependem para existir” (p. 387). Não são abandonadas nesta reconceptualização dos Estados (da natureza) a guerra, a disputa, a luta, mas são tomadas como processos para disputas e instaurações de territórios para o existir, de territórios existenciais.

*Oitava Conferência: Como governar os territórios (naturais) em luta?* Por fim, o pensar latouriano nos coloca em sua última conferência a refletir o “como governar os territórios [...] no teatro de negociações” (p. 399). Latour é cirúrgico ao refletir os processos de governamentos que se apropriam da ideia de Ciência-Única-Universal e arbitram como superiores para delegar a constituinte para os Outros. Neste caminhar, é nos oferecido o pensar uma nova governança que “aprenda a se reunir sem um árbitro superior” (p. 403), estenda as “conferências das partes aos não humanos” (p. 408), multiplique as “partes intervenientes” (p. 413), redesenhe as “zonas críticas” (p. 420) existenciais, “recupere o senso de estado” (p. 431) e recupere as noções do herdar a terra e a compor aos Outros *porvir*.

Sendo assim, essas oito conferências constituem um livro potente que instiga reflexões pertinentes ao nosso papel como educadores(as) em Ciências e Tecnologias. O seu ano de lançamento, 2020, foi marcado pela pandemia COVID-19, pelo distanciamento social, pela ampliação das desigualdades e por uma grande ênfase nos movimentos chamados de negacionistas. Negam o vírus, negam a vacina, negam o distanciamento social, negam tudo o que incomoda... assim como negavam há alguns anos e, ainda negam, os fenômenos climáticos. Falamos que “**Diante de gaia**” promove reflexões pertinentes ao nosso papel como educadores(as) em Ciência e Tecnologia e promove, a todas e todos que possuem, assim como nós, um desejo pela justiça, tanto no âmbito social quanto ambiental.

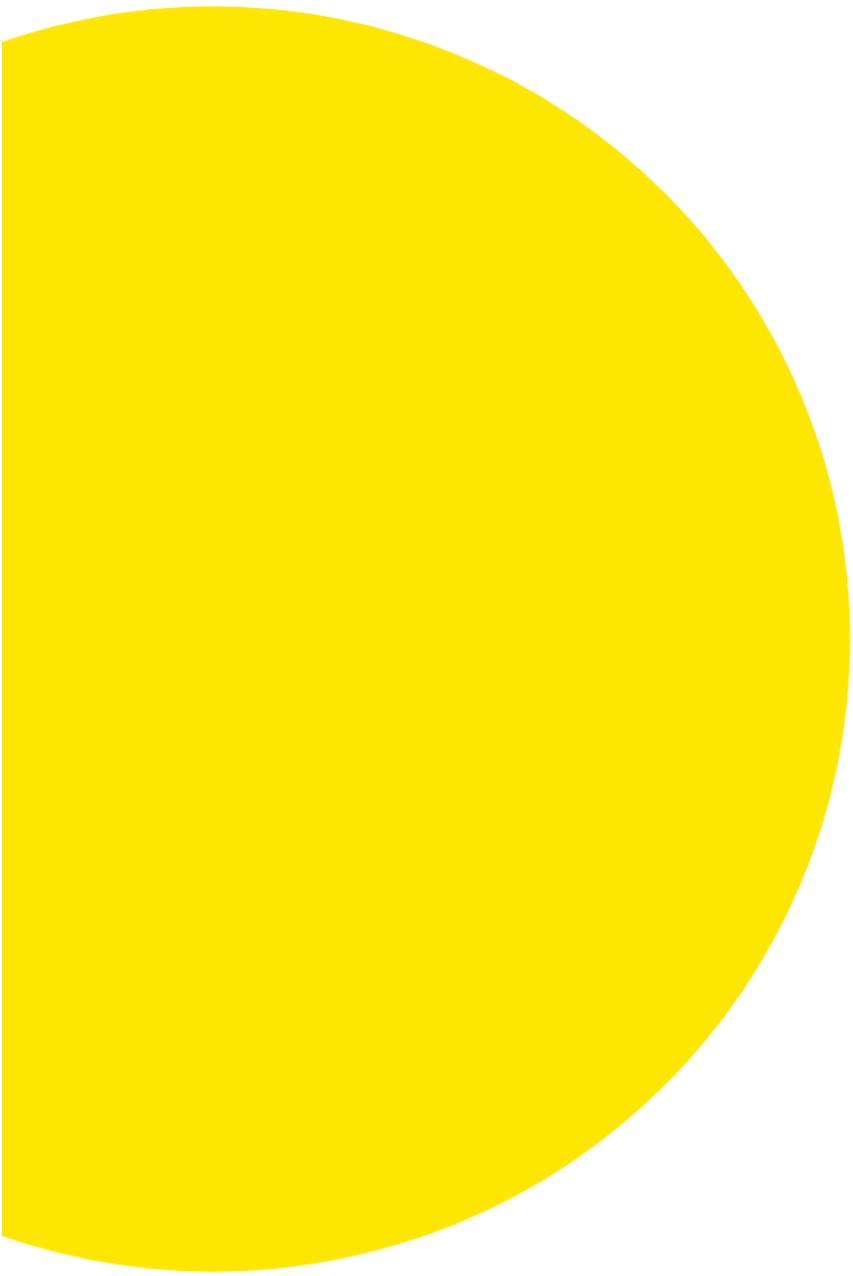
## REFERÊNCIAS

Latour, B. (2020). *Diante de Gaia: oito conferências sobre a natureza no Antropoceno*. Ubu Editora.

Latour, B. (1994). *Jamais fomos modernos*. Editora 34.

Latour, B. (2000). *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. Unesp.

- Latour, B. (2004). *Políticas da Natureza: como fazer ciência na democracia*. Editora EdUSC.
- Latour, B. (2012). *Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede*. Edufba.
- Latour, B. (2017). *A esperança de Pandora*. SciELO-Editora UNESP.
- Latour, B. (2019). *Investigação sobre os modos de existência: uma antropologia dos modernos*. Editora Vozes.
- Latour, B. (2020). *Júbilo ou os tormentos do discurso religioso*. Editora Unesp.
- Latour, B. (2020). *A fabricação do direito: Um estudo de etnologia jurídica*. Editora UNESP.



**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... FILOMENA TEIXEIRA**

GIVING THE FLOOR... FILOMENA TEIXEIRA

TIENE LA PALABRA...FILOMENA TEIXEIRA

**1. BREVE BIOGRAFIA | BRIEF BIOGRAPHY**

Filomena Teixeira - Professora Coordenadora na área científica de Ciências Experimentais, do Ambiente e da Saúde da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Coimbra. Membro efetivo do Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF) da Universidade de Aveiro. Coordenadora do Mestrado em Educação para a Saúde e do Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.ºCiclo do Ensino Básico. Autora e coautora de publicações no domínio da sexualidade, saúde, género e media, educação em ciências experimentais e formação de professores/as. É membro fundador e integra, atualmente, a Direção da Associação Portuguesa de Educação em Ciências – APEduC.

Filomena Teixeira – is a coordinating Professor in the scientific area of Experimental, Environmental and Health Sciences at the Higher School of Education of the Polytechnic Institute of Coimbra. Effective member of the Research Centre on Didactics and Technology in the Education of Trainers (CIDTFF) of the University of Aveiro. Coordinator of the Master in Health Education and the Master in Pre-School Education and Teaching of the 1st cycle of Basic Education. Author and co-author of publications in the field of sexuality, health, gender and media, education in experimental sciences and teacher training. He is a founding member and currently integrates the Board of the Portuguese Association of Science Education – APEduC.

**2. DESCRIÇÃO DO XIX ENEC | IV ISSE**

Vivemos hoje um tempo forte da ciência. Nunca se sentiu, de forma tão urgente, o apelo às vozes e saberes da ciência.

Com a saúde e a vida social ameaçadas por uma pandemia, a ciência quer-se mais humana, colaborativa e globalmente implicada.

Este dar-se e ver-se da ciência remete para um novo paradigma educacional, mais atento aos desafios ecológicos, menos complacente com relações disjuntivas entre as comunidades

humanas e a natureza de que fazem parte e mais exigente na ação de proporcionar às crianças, jovens e pessoas adultas, as ferramentas de literacia científica e cívica que sustentem uma transformação global.

É neste contexto que o XIX Encontro Nacional de Educação em Ciências (XIX ENEC) e o IV *International Seminar of Science Education* (IV ISSE) acontecem, *online*, na Escola Superior de Educação (ESEC) do Instituto Politécnico de Coimbra, nos dias 16, 17 e 18 de setembro de 2021. Trata-se de um evento, realizado, desde 1986, sendo organizado, bianualmente e alternadamente num Instituto Politécnico e numa Universidade, com o apoio da Associação Portuguesa de Educação em Ciências (APEduC).

No início da segunda década do século XXI, sob a égide dos objetivos de desenvolvimento sustentável mas a braços com uma pandemia, os **XIX ENEC I IV ISSE**, centrados na temática **Transversalidades: diálogos e interações**, pretendem alargar o âmbito da Educação em Ciências, dialogando e interagindo com outras áreas do conhecimento, de modo a evidenciar os seus contributos para uma cidadania que se deseja plural, solidária, interveniente e responsável.

Dando continuidade aos anteriores, os ENEC e ISSE do ano 2021 dão ênfase à Neurociência, aos Sentimentos e Emoções, à Saúde, aos Direitos Humanos, ao Ambiente e Sustentabilidade, às Artes, à Educação não formal e à Ciência Cidadã.

Convidamos, assim, educadores/as, professores/as, investigadores/as e estudantes, a participar nos XIX ENEC I IV ISSE, para apresentarem e discutirem, colaborativamente, trabalhos de investigação e relatos de práticas em Educação em Ciências.

As línguas oficiais dos XIX ENEC I IV ISSE, serão o português, o inglês e o espanhol. O encontro é creditado pela ESEC como ações de formação de curta duração, num total de 16 horas.

Contamos convosco!

### 3. PARA SABER MAIS...

Link: <https://www.esec.pt/en/eventos/xix-enec-e-iv-isse-2021>

*TEM A PALAVRA... DÊNIS DALTRO, RAIMUNDO FILHO, MARIA LUÍSA MACEDO,  
JOELMA MACEDO*

GIVING THE FLOOR... DÊNIS DALTRO, RAIMUNDO FILHO, MARIA LUÍSA MACEDO, JOELMA  
MACEDO

TIENE LA PALABRA... DÊNIS DALTRO, RAIMUNDO FILHO, MARIA LUÍSA MACEDO, JOELMA  
MACEDO

## 1. INTRODUÇÃO

A **APeDuC Revista** quis ouvir a voz e a perspectiva de 1 aluno, 1 professor, 1 encarregado de educação e 1 dirigente de uma escola do Brasil sobre o modo como a pandemia Covid 19 afetou a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica em torno de cinco perguntas orientadoras.

A escola é o Centro Estadual de Educação Profissional em Tecnologia, Informação e Comunicação (CEEP/TIC) de Lauro de Freitas, Bahia. O CEEP/TIC é uma escola pública e funciona nos três turnos totalizando 1116 estudantes. Os cursos oferecidos são: Manutenção em Suporte de Informática (Educação Profissional Integrada- EPI), Técnico Informática (EPI), Técnico em Comunicação Visual (EPI), Gestão de Negócios (Noturno) e na modalidade subsequente: Técnico de Administração e Técnico de Logística também no noturno, e mais Educação Profissional Integrada com o Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA com o curso Técnico Informática.

O diretor geral é o professor Dênis Rios Daltro (Licenciatura em matemática), o professor, Raimundo José Ribeiro Filho, ensina matemática nas turmas do 1º ano e do 3º ano dos cursos Manutenção em Suporte de Informática e Comunicação Visual. A estudante é Maria Luísa Mendes Macedo do 3º ano de Comunicação Visual e foi designada pela escola tendo em conta as suas qualidades humanas e académicas e a sua mãe, Joelma Dutra Mendes Macedo, é docente de Inglês noutra escola pública. A todos os entrevistados foi explicado o objetivo da entrevista e solicitado consentimento para gravar e publicar as respostas.

As perguntas, do conhecimento prévio dos entrevistados, foram:

Q1 - Em que aspetos concretos a pandemia Covid 19 afetou o modo como se ensina, aprende ou organiza a atividade educativa ou a vida familiar para assegurar que a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica tivesse lugar?

Q2 - O que se fez para minimizar os efeitos da pandemia Covid 19 na a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica?

Q3 - Que aspetos da Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica se evidenciaram como não sendo possíveis de resolver com um ensino remoto?

Q4 - O que será necessário fazer no futuro próximo para se recuperar o entusiasmo e as aprendizagens em Ciência, Matemática e Tecnológica?

Q5- Que oportunidades ou inovações interessantes para o ensino das Ciências, Matemática e Tecnologias identificou durante a pandemia?

## 2. ENTREVISTA

**Q1 - Em que aspetos concretos a pandemia Covid 19 afetou o modo como se ensina, aprende ou organiza a atividade educativa ou a vida familiar para assegurar que a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica tivesse lugar no vosso Centro Estadual de Educação Profissional em Tecnologia, Informação e Comunicação (CEEP/TIC)?**

**APEduC Revista.** Muito obrigado pela disponibilidade de cada um vós em colaborar com a **APEduC Revista**. Agradeço, em particular, à escola CEEP/TIC por ter providenciado este encontro. Nesta primeira pergunta, peço a cada um que se centre no seu papel e incida em aspetos concretos que a pandemia provocada pelo covid-19 afetou o modo como se ensina, com se aprende, como se organiza a atividade educativa ou até a vida familiar para assegurar que a educação em ciência, matemática e tecnologia tivesse lugar no contexto do vosso CEEP/TIC. Peço a cada um para responder, à vez, e se depois alguém quiser complementar a sua resposta esteja à vontade.

**Maria Luísa Macedo (estudante).** Primeiro mudou os ambientes físicos, pois por questões de saúde não se pôde durante mais de 1 ano estar na presença de um professor com colegas. com pessoas ao redor. Este foi o primeiro impacto, você está agora sozinho em casa para aprender. É uma pena. E aí você tem de estar fechado em casa, com uma internet boa, mas sujeita a cair como agora caiu e tive que rapidamente trocar. Então esses foram os pontos físicos, vamos dizer assim. Quanto à educação acho que o fato de você estar sozinho também altera quando você está à frente de um ecrã, pois você depende mais de você mesmo e da sua boa vontade. Quando você está na sala está com colegas, está tudo junto e em casa não. Foi o que eu encontrei de mudança, as plataformas.

**APEduC Revista.** Se te lembrares de alguma coisa mais para dizer podes fazê-lo.

**Joelma Macedo (mãe).** Eu entendo que em todo esse processo cada escola arranhou uma maneira de lidar com ela. Ninguém estava preparado. A verdade é que ainda estamos aprendendo como lidar. A maior dificuldade que a gente vê é o da falta de uma regularidade. A nossa população é muito heterogénea. Então o acesso à educação está sendo muito diferente de um sítio para outro. Enquanto alguns têm acesso a computador, smartphone, outros não. Não é todo mundo que tem a internet de qualidade. Ela não é acessível, ela é custa caro. No Brasil eu vejo que para a escola pública, principalmente, a pandemia abriu um abismo maior. Se já existia desigualdade, essas desigualdades foram muito mais acentuadas...

**Maria Luísa Macedo.** ... e a gente pode ver isso dentro de nossa casa. Eu estudo em colégio público e minha irmã estuda no colégio particular. Ela teve aula igual todos os dias das 7:00 às 11:00, teve provas, teve todas as avaliações e comigo que estou no colégio público foi muito mais limitado. Muito menos professores, nem todos conseguiram dar as aulas e as atividades, a própria organização. Aqui em casa também foi diferente...

**Joelma Macedo.** ... ainda que o colégio do professor Raimundo e do professor Dênis é um colégio diferenciado até por ser um colégio técnico e ter profissionais mais aptos, ter equipamentos e por isso teve um desempenho muito melhor do que o colégio em que eu dou aulas. O colégio em que dou aulas não teve o desempenho tal quanto que o colégio onde a Maria Luísa estuda e o Raimundo trabalha. O colégio CEEP/TIC foi diferenciado, ele fez muita diferença mesmo porque conseguiu através da metodologia científica que utilizam, o trabalho tecnológico...

**Maria Luísa Macedo.** ...mesmo com pouco, tem gente que nem isso tem. Tem gente que tem menos ainda.

**Joelma Macedo.** Exato. Fez uma diferença muito grande. Tanto que as notas no colégio CEEP/TIC foram muitos superiores e numa quantidade muito maior em relação a outros colégios.

**Raimundo Filho (professor).** O primeiro ponto que impactou foi a comunicação. O contacto com estudantes não existia. O contacto da Escola, do professor. Antes, você chegava na escola, na sala de aula e encontrava os seus estudantes lá. Neste momento nós temos que fazer um caminho totalmente diferente, devemos fazer a busca ativa desses estudantes para entrar neste processo. Então a primeira coisa que a pandemia afetou é a questão da comunicação. Como Joelma que é professora e mãe falou bem. Nós não estamos preparados para isso. Na verdade, nós não estamos preparados para muitas coisas, na verdade os professores brasileiros, de modo geral, não temos a infraestrutura adequada, temos muita boa vontade, mas não temos a infraestrutura adequada para fazer muitas coisas entre elas a questão do ensino remoto. Mas mesmo assim, nós conseguimos fazer um trabalho de busca ativa dos estudantes. Nem todos têm condições de assistir às aulas. Mesmo não sendo algo obrigatório, os estudantes iriam assistir às aulas se quisessem ou tivessem disponibilidade. A escola ofereceu o que pôde. Com as nossas limitações, mas conseguimos avançar o acesso aos estudantes que é muito difícil. Nós conseguimos porque eu já tinha, na verdade, no meu caso específico, um trabalho com eles. Por exemplo, a turma de Maria Luísa é uma turma que está comigo há 3 anos e nós temos uma rotina de troca de mensagem por redes sociais e pelo e-mail. Com essa rotina para a gente encontrar esses estudantes ficou um pouco mais fácil em relação às outras colegas. Este foi o primeiro ponto, ou talvez o ponto mais crucial: a forma como a pandemia impactou a nossa comunicação. Isso foi em certa forma é melhorada por conta das plataformas que o governo do Estado disponibiliza para a gente. Porém, nem todas as pessoas têm acesso a essas plataformas. Nós utilizamos bastante a plataforma do Google, do Meet, sala Google. A gente conseguiu avançar por conta dessas plataformas.

**Dênis Daltro (diretor).** Muitos pontos interessantes foram colocados. A escola é um espaço de interação social, de convívio, entre trocas. Tem os alunos acostumados com aquelas trocas com aquele convívio social e agora se deparam com a realidade de que tem de fechar a escola no dia 23 de março. Então isso foi difícil e no primeiro momento nós estávamos perdidos tanto no governo, quanto as pessoas e a própria comunidade. Muitas informações colocadas na área da Educação na área da pandemia e criou um grande alvoroço. As expectativas que foram criadas eram para o retorno em 2020. Só que não foram concretizadas e esse retorno não foi

possível. Então essa pandemia mostrou também a desigualdade que a professora Joelma colocou muito bem. Existe uma desigualdade no Brasil. O Brasil é um país continental, onde existem variações em todas as cidades. A gente não tem uma política pública relacionada à Educação de uma forma homogênea. Então, na pandemia isso ficou bem claro. Nós construímos com os alunos essa necessidade de buscarmos algum meio de comunicação mesmo não sendo autorizado pelo conselho de educação do estado. O professor Raimundo e alguns outros professores colocaram, buscaram esses alunos, fizeram uma busca ativa e isso facilitou, agora em 2021, o acesso de todos os alunos, no início do ano letivo 2021. A escola é providenciou, ou buscou, construir salas virtuais. A própria Maria Luísa pode falar sobre isso. Algumas salas estão funcionando, outras estão faltando professores porque o estado tem uma demanda mesmo muito grande de professores e por isso está faltando. Então, isso dificulta um pouquinho. Mas de uma hora para outra uma realidade foi transformada, um cenário novo apareceu, todos tiveram que se reinventar. A escola entrou na casa de uma família sem pedir licença. Vamos todos os dias nessa condição, entramos na casa dos alunos. E os professores recebem esses alunos em suas próprias casas. Então há um bidirecionamento: entro na casa do aluno, o aluno entra na minha casa. Então muda o ambiente, muda o cenário, mudam as regras e muda tudo. Neste contexto tudo é reconfigurado de acordo com a nova realidade. A escola está se preparando para a fase híbrida que deve acontecer com o aumento da vacinação e depois da fase presencial. Mas o primeiro momento é o ensino remoto, depois será o híbrido e depois o presencial.

**APEduC Revista.** Maria Luísa, Joelma e Raimundo, querem acrescentar alguma coisa em relação à primeira pergunta? (silêncio) Muito obrigado. Então podemos passar à segunda pergunta.

## **Q2 - O que se fez para minimizar os efeitos da pandemia Covid-19 na a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

**APEduC Revista.** Nesta segunda pergunta peço a cada um que entre no seu papel, de aluna, mãe, professor ou diretor para responder a esta questão, pensando no que fez para minimizar os efeitos da pandemia Covid-19.

**Raimundo Filho.** Eu busquei continuar o ensino presencial na forma remota através das aulas online. Nós construímos salas na plataforma do Google onde colocamos os nossos materiais e tínhamos aulas semanais, duas vezes na semana nós tínhamos aulas regulares com as nossas turmas do ensino médio, tanto do 1º ano como do 3º ano do qual Maria Luísa é estudante. Nesse processo nós fizemos um pouco, para ser sincero, um pouco diferente do tradicional. Nós utilizamos bastante a metodologia ativa, utilizamos algo que é muito presente na vida desses estudantes que são imersos no mundo dos games. Utilizamos a gamificação como uma forma de atrair, motivar e engajar os estudantes a participar em todo o processo porque simplesmente disponibilizar aula para eles, sendo uma coisa que não era obrigatório, poucas pessoas iriam participar. Só mesmo aqueles que são interessados na educação e que entendem a educação como a transformação das nossas vidas poderiam participar. Nós conseguimos através de um jogo, um jogo geral, envolver e engajar muitas pessoas nesse processo. Além disso, falo agora de um trabalho professor Dênis e Maria Luísa podem complementar,... Nós temos um projeto na

nossa escola de reforço escolar. É um projeto tão importante que hoje o Chefe do Estado da Bahia acaba (foi acolhido em 2019 pelo governador e ano passado fizemos de forma online) de o acolher que é o projeto Mais Estudos. Mas a gente já tinha esse projeto na nossa escola. Em conversa com o professor Dênis e com os outros estudantes nós conversamos e implementamos também esse projeto de forma online. Além das aulas de matemática que nós colocamos para minimizar a situação foi disponibilizado também uma aula de reforço para os estudantes que tinha algum tipo de necessidade. A nossa aula de reforço é dada, não pelo professor, mas quem dá as aulas são os próprios estudantes. Assim tem uma comunicação melhor, comunicação entre pares. Foi isso que nós fizemos para minimizar o impacto da pandemia, fora a questão emocional que todos nós buscamos, um ajudar o outro nessa situação.

**Maria Luísa Macedo.** É importante destacar o papel do professor nesse processo. Para que funcione é necessário algum sacrifício e eu cito como exemplo de toda boa de vontade e dedicação o trabalho do professor Raimundo. Tudo que ele fez buscando, se adaptando, trazendo inovações, quadros individuais, integrar ações simultâneas que a gente podia cada um na sua casa cada aluno no seu celular, no seu computador e fazer ao mesmo tempo as atividades, se reunir não só presencialmente, não só no na chamada online, mas também fazendo nas atividades um com o outro as integrações isso facilitou o acesso também. Tudo o que ele trouxe de novo foi de novo para ele, mas foi novo para a gente e foi muito bom. E principalmente o uso da gamificação foi o mais importante na motivação porque torna a aula, não àquela aula tradicional em que expõe o assunto, ouve e fica quieto aprendendo. Não, a gente interagia, a gente participava, tinha uma emoção muito maior. Quanto ao projeto da aula de reforço fui a monitora e fui aluna. Tinha um colega que me dava aula e eu dava aula para outros colegas. Isso me estimulou também a estudar. Como é que eu ia dar uma aula para o meu colega sem saber o assunto? Isso me motivava ainda mais para ajudar as outras coisas e trazer para ele para poder ajudá-los tirar as dúvidas inclusive eu dei aula para colegas que estavam sem professor de matemática, mesmo se não tivéssemos pandemia eles estariam sempre sem professor de matemática e a gente entrou trazendo esse reforço que jamais substitui um professor, mas foi melhor do que ficar parado sem fazer nada. Então a gente revisava os assuntos e tudo isso a gente via. O movimento era variável, às vezes são muitos alunos, mas às vezes um pouco menos. Se você vir pelo menos dois ou três que estavam muito engajados com isso, que sempre estavam presentes e que mostravam que aquelas aulas extra eram essenciais.

**Joelma Macedo.** Vou falar agora não só como professora, mas como mãe também. O professor, o homem, ele vai falar da aula dele... Eu sei que o professor Raimundo é muito presente para a filha dele, mas uma mãe professora dentro de casa é bem mais complicado porque você parece que não tem profissão porque tem de ficar mais por conta. Essa questão de visualizar a filha e aluna, o aprendizado significativo, todo esse processo de incentivo que ela teve, foi muito frustrante, principalmente para os alunos do terceiro ano, porque era o ano da formatura, era o ano que eles estavam se preparando para fazer o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), o vestibular. Então houve muita frustração, muito choro. Se não fosse todo esse incentivo, todo esse esse estímulo para que houvesse realmente o significado no aprendizado, não teria resultado. A gente vê o filho cheio de expectativa e de repente tendo que reconstruir, ressignificar o olhar. A gente tentando mostrar: não, é assim mesmo, vai passar, é o mundo todo que está desse jeito. Não é só você que está passando por isso, mas os adolescentes sofreram muito, perdas de família por conta da doença que muita gente teve, de familiares ausentes por morte mesmo, perda significativa na nossa região de emprego, de dinheiro, de tudo. A escola sempre

foi o local de alívio, não só de estudo. O aprendizado é multi. Quando o aluno vai para a escola é o momento que extravasa. Quando passou a não existir esse momento (por causa da pandemia) e as expectativas virando frustrações, esse aprendizado significativo, essa forma de trabalho, tudo isso que o CEEP/TIC pôde proporcionar, essa criação e apoio do professor Raimundo, esse apoio aos sábados, todos os sábados ia lá quando era presencial, foi importante. Os alunos iam lá por vontade própria, ninguém obrigava ninguém. Mas o facto de ter o monitoramento na escola criado pelo professor Raimundo motivando e ajudando «você está com dificuldades, mas você vai conseguir superar», isso foi fantástico. Quando essa ideia foi abraçada pelo estado, levou isso para outras escolas incentivando o menino que é bom a ser melhor para poder ajudar mais gente. Então isso foi muito significativo. Você tem que ver o que ela falou «eu tinha que aprender mais porque eu ia ensinar». E a satisfação dela? Eu via quando ela estava preparando as aulas! Aliás ela me ensinou porque a minha escola demorou mais tempo para voltar às aulas. Eu estou aprendendo com ela. O compromisso dos meninos, realmente foi uma turma muito diferenciada. Eu sei que o professor Raimundo foi uma inspiração muito grande para estes meninos, mas ele também recebeu um presente com esta turma. Que bênção que foi! Foram meninos muito bons...

**Raimundo Filho.** Desculpa eu me intrometer. Eu creio que a Joelma falou que a nossa escola é diferenciada, eu sei que falou isso, mas professores bons nós temos em todos os locais, mas alunos excelentes só temos na nossa escola (risos). Eu falo isso o tempo todo! Porque é verdade, realmente com todos esses problemas todos, os nossos estudantes entram lá com muito boa vontade, eles entram com outro espírito. O clima que foi proporcionado pela nossa escola (o professor Dênis pode falar melhor do que eu, porque ele está desde a fundação da escola) é diferente, parece que é uma outra realidade entre as outras escolas. Mas para não ficar parecendo que é coisa de Raimundo, fala aí das coisas certas. Todo o mundo fala e eu agradeço muito, mas falem do que vocês também fizeram porque o que eu fiz foi uma coisa pequena. Tudo o que eu aprendi nesse processo (você falou bem Joelma) eu aprendi com eles. Eu fazia as coisas com eles «Raimundo funciona dessa forma...». Eu fazia testes antes para ver se funcionava e as coisas andaram. O mérito de todo esse processo é de vocês, família e estudantes. Eu sou apenas um interlocutor.

**Maria Luísa Macedo.** O professor Raimundo é professor de matemática e alguns outros três, quatro professores também deram aulas. Mas o que ficaria como falta para mim eu tive que buscar por conta própria. Eu busquei o conteúdo gratuito disponível na internet, eu consegui PDF de apostilas das outras matérias e também assinei cursinho porque queria estudar para o ENEM e para o ENEM sozinho não basta. Então eu tive que buscar, assinar outras coisas, correr atrás do que ficaria em falta para que eu não fosse prejudicada por esse vazio. Eu tive que correr atrás das outras matérias. Professor Raimundo entrou muito como incentivo, de estar presente, ele sabe meu nome, eu sei o nome dele. No YouTube não tenho essa conversa. Mas as outras matérias eu tive que correr atrás sozinha.

**Dênis Daltro.** Eu vou acrescentar que eles são protagonistas. Os nossos alunos são os grandes protagonistas em parceria com a família. Realmente isso foi muito importante para escola que essa parceria exista. A escola sem essa parceria, sem a família presente ela não vai andar. Nós temos essa missão de aproximar a família à escola. As decisões são tomadas de acordo com a família, a direção, os professores, em suma uma gestão participativa. Quando o professor Raimundo trouxe o projeto do reforço, prontamente eu abracei o projeto. As aulas aconteciam aos sábados, quando estava no modo presencial. Nós não ganhávamos nada de hora extra. A nossa missão como educador é ajudar os nossos alunos. Realmente temos na minha escola alguns

alunos diferenciados. Por que diferenciado? Porque a gente faz um curso de Educação profissional. Então eles já buscam entrar no mundo trabalho, aliando a rotina da sua formação com a formação futura da universidade. Os alunos já têm essa percepção. Então já pensam «eu vou ser um profissional e tenho que me dedicar aos estudos, trabalhar e dar prosseguimento à minha vida acadêmica». Então muitos alunos, como Maria Luísa, já estão trilhando esse caminho. A escola se preocupou em garantir, quando o professor Raimundo colocou esse do projeto, o acesso dos alunos, mesmo com todas a dificuldade dessa pandemia. Nós conseguimos atingir boa parte dos nossos alunos. Estamos agora também em 2021, devido a esse processo de 2020 de alguns professores, facilitou nossa vida em 2021. Os alunos estão participando ativamente das aulas remotas em 2021. Eu digo que é um remoto emergencial, porque mudou com a vida de todo o mundo de uma hora para outra. Nós não estávamos acostumados, os professores não estavam acostumados com tanta tecnologia. De uma hora para a outra eles tiveram que aprender muitas coisas e os nossos alunos também. O professor não detém mais o conhecimento, isso fica bem claro agora. O professor depende do aluno, o aluno depende do professor, há troca de conhecimentos de ambos os lados. Isso facilitou a retomada de 2021. Essa é a nossa missão. Sempre eu falo para eles «ninguém larga a mão de ninguém». Todo o mundo segurando a mão um do outro. Mesmo aqueles que não têm condições de ter Internet pode vir na escola pegar suas atividades, pegar o livro didático. Ninguém abandona ninguém, nem um colega abandona nenhum colega. Todos unidos até passar essa fase dessa pandemia.

**APEduC Revista.** O projeto de reforço escolar de que o professor Raimundo falou, acolhido pela escola, foi feito presencialmente ou remotamente?

**Dênis Daltro.** Presencialmente. Em 2020 com a pandemia passamos para remoto. Logo que as aulas foram interrompidas o Raimundo veio com projeto remotamente, com as aulas remotas de reforço.

### **Q3 - Que aspetos da Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica se evidenciaram como não sendo possíveis de resolver com um ensino remoto?**

**APEduC Revista.** Ao responderem à terceira pergunta peço que se foquem especificamente no ensino e na aprendizagem de matemática, uma vez que o professor e aluna são de matemática, para responder aos aspetos que um ensino remoto não consegue resolver face ao presencial.

**Maria Luísa Macedo.** Eu tenho a destacar duas coisas: presencialmente o professor pode fechar a porta e impedir que as pessoas saiam, remotamente não. Você sabe que é só clicar e vai embora sem pedir autorização, sem comunicar, sem nada. Manter o aluno ali, não existe mais essa garantia. Então tem de ser uma aula interessante, senão clica e vai embora. Outra coisa que eu acho que é diferente, é na hora da correção de você ver o raciocínio de resolução da questão, porque se você conseguir resolver, muito bem, mas se você não consegue resolver a questão online, acho que é mais fácil você ficar perdido e não conseguir entender a questão. Presencialmente você está com o professor e ele pode explicar perto de você e mostrar realmente cálculo por cálculo. Remotamente o professor coloca as etapas em foto. Mas, por exemplo, como é que o 2 virou 4? Às vezes acontece isso e presencialmente é mais fácil de resolver essas questões

do que você só olhar a resolução pronta na foto. Então acho que a questão de tirar dúvidas e de compreender o raciocínio matemático quando se tem essa dificuldade é mais fácil de resolver presencialmente do que se resolver de forma online, principalmente quando for uma sala muito, muito cheia. Às vezes 99 pessoas entenderam, mas uma ficou com dúvidas e ela dificilmente vai abrir o microfone para perguntar de novo. Na sala, você tem um tempo depois, tem um colega do lado, tem alguém que pode explicar o raciocínio da conta.

**APEduC Revista.** Joelma quer dizer alguma coisa que tenha notado, de mais difícil, em relação à aprendizagem da filha no que respeita à matemática?

**Joelma Macedo.** Eu acho que o contacto social dificultou. Sente-se a falta mesmo. Mas a busca dela foi muito grande, mas isso só existiu porque houve um significado naquele aprendizado. Então desta forma o incentivo se manteve. Claro, ela tem um perfil que nem todas têm, mas mesmo assim houve momentos de muita desmotivação. Várias vezes eu fico sem saber como ajudar porque eu não sei muita coisa da matemática, a minha área específica é outra, mas ela enquanto estudante teve horas que chorou, várias vezes, que não estava entendendo, quando é que essa pandemia poderia acabar... Discutia com os colegas no grupo do *whatsapp* que não entendia a questão, tentava ajudar outros. Havia meios, mas claro que sentia falta da orientação do professor. Mas novas habilidades foram desenvolvidas. Foi um momento, está sendo, porque ainda não terminou, nunca mais vai terminar, para a capacidade de explorar. Se a gente não tirar proveito dessa situação, vamos ficar na idade da pedra.

**Maria Luísa Macedo.** Ela falou nas brigas, é uma coisa que acontece até online. Se for para se irritar com alguém, principalmente trabalhos em grupo, porque você depende da participação da outra pessoa. No online é mais prejudicial porque no presencial você pode olhar a outra pessoa «pelo amor de Deus faz alguma coisa, tu não estas ajudando», mas no online a pessoa te ignora, não verbaliza, some-se. Você se irrita sozinho.

**Joelma Macedo.** E se se irrita!

**Raimundo Filho.** Especificamente da matemática tenho um ponto particular a referir, mas antes queria falar sobre este contexto, não só para a matemática, mas para todas as disciplinas. A questão da falta de infraestrutura, a qualidade da nossa conexão que não é tão boa, atrapalha muito. Às vezes você está explicando algo e a sua conexão cai e aí quebra todo o raciocínio do estudante que está do outro lado. Este problema de segurança de infraestrutura que nós temos aqui é um ponto que tem que ser considerado. Às vezes, aconteceu comigo, eu estava dando uma aula e eu estava falando sozinho, porque a minha conexão caiu e eu não tinha percebido que tinha caído a conexão. Só depois que alguém mandava uma mensagem para mim e eu percebia o que se passara. Várias vezes eu caia durante a aula e voltava. Maria Luísa colocou a questão do olhar. Quando se está em sala de aula presencial, você percebe, o corpo fala. É um ditado que nós usamos bastante: o corpo fala. A gente percebe as nuances do corpo quando um estudante entendeu, ou não entendeu um assunto ele está inseguro no processo. A gente faz questão de nem perguntar para ele e gente repete de uma forma diferente para que ele possa entender. E aqui no ensino remoto de matemática é difícil porque a interação do modo geral não é grande com estudantes. Eles não abrem a câmara, eles não falam, mal respondem quando a gente provoca ou escreve pelo chat. Uma das grandes dificuldades é perceber qual o ponto em que o estudante está com dúvida, não só o processo em si se entendeu, para se perceber quando ajudar e como ajudar. Para minimizar essa situação a minha aula fica um pouco chata porque eu falei a mesma coisa três, quatro vezes mesmo sem saber se entendeu ou não como estratégia, para ver

se de uma forma diferente para chegar a mais alguém. Da matemática a explicação, que é a chave da matemática para a Educação Básica, é o processo em si, como você chegou no 4. Isso é mesmo muito difícil, muito difícil para o professor explicar, mas talvez para o aluno entender se ele não tem todo o contexto. Aí a questão da concentração, como o professor Dênis falou, a gente entra nas casas e as casas não estão preparadas. Às vezes o estudante está assistindo aula, mas está com a mãe em casa fazendo outra atividade ou o pai, ou tem um irmão menor do lado brincando e perde toda a concentração. Para a matemática acho que o que falta para a gente é questão da concentração e o saber qual ponto em que o estudante realmente tem dificuldade que é muito difícil para a gente. Por conta da nossa experiência de sala de aula a gente chuta que determinados pontos são mais complexos ou mais difíceis de compreender e a gente acredita que isso é verdade e fala para ver se alguém não perde. Mas não temos como saber.

**Dênis Daltro.** Eu também sou professor de matemática. O papel hoje da matemática, nesse período pandêmico, é de trabalhar com as novas tecnologias e novas metodologias que favoreçam o aprendizado do aluno. Essas metodologias aplicadas nestes contextos virtuais, de primeiro concentrar esse aluno em pouco tempo, porque a aula remota não pode ser o tempo da presencial. No máximo está concentrado 20 minutos depois há uma queda. É necessário utilizar várias metodologias para que favoreça a aprendizagem desses alunos. Esse é um desafio que teremos nesta fase em que nós estamos passando. O ensino remoto veio para ficar, agora vai ser aperfeiçoado, os governos irão trabalhar nessa forma remota e se preparar para novos desafios. Provavelmente novas pandemias surgirão, e a base está sendo construída. O problema com a matemática é como iremos introduzir novas metodologias, novos saberes para favorecer os nossos alunos. Trabalhar a interdisciplinaridade, com tecnologias. Nós temos alunos indo para o mundo do trabalho dominando ferramentas da área de tecnologia. Isso é um tempo positivo que nós colocamos aqui no CEEP/TIC o trabalhar com as tecnologias.

#### **Q4 - O que será necessário fazer no futuro próximo para se recuperar o entusiasmo e as aprendizagens em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

**Maria Luísa Macedo.** Eu vou dar a minha opinião, como estudante, como pessoa nascida no século 21. Eu acho que precisa exercer o desapego. As aulas que davam certo há 20 ou 30 anos atrás, talvez hoje não funcionem mais. Acho que é necessário estarmos abertos, tanto os alunos como os professores, a conhecer novos métodos. E estarmos dispostos a entender que todo o mundo está a passar por uma experiência inédita e que está todo mundo reaprendendo. E que talvez seja uma oportunidade que veio em boa hora, pois assuntos e metodologias retrógrados, do século 19 e sendo aplicadas sempre, sempre e sempre. Agora a gente tem oportunidade de mudar porque as cabeças das pessoas que estão sentadas nas salas são diferentes. Talvez elas não aprendam mais da mesma forma. Eu acho que a gamificação que foi o que o professor utilizou com a gente, ela é muito válida, tanto na motivação, quanto no próprio aprendizado da matéria. Aprender matemática virou divertido e ficou fácil com o uso da gamificação. Então essas novas metodologias estão para ficar e eu acredito que isso pode ser muito benéfico. É claro, existem pontos negativos e pontas soltas que precisam ser solucionados. Mas é preciso estar aberto, a testar, a entender que talvez isto não funcione, testei não deu certo, estou a fazer uma

experiência e reciclando até que se chegue a algo que funcione. E também demonstrar no caso específico da matemática coisas que eu acho que incentiva a gente bastante é de mostrar exemplos práticos de como ela funciona. A ciência e a matemática hoje em dia foi essencial na pandemia, ela foi essencial. Como você vai tirar uma vacina? Como você vai criar modelos matemáticos? Como vai criar programas? Você precisa de mostrar para o aluno, que não conhece nada do mundo, todas as oportunidades que a matemática e a ciência podem trazer na vida dele, as portas ela pode abrir. Isso também eu acho muito válido na motivação dos alunos nas ciências na matemática.

**APEduC Revista.** Joelma, como mãe como é que viu isto?

**Joelma Macedo.** Eu gostaria que todas as mães tivessem oportunidade de ver os filhos se desenvolvendo. Eu percebi, não só como mãe de filho da escola pública, pois no Brasil raramente um professor tem o seu filho na escola pública. Quando se vê que a escola pública tem filho de professor você acredita bastante nela. A minha escola também tem. Essa motivação foi importante, porque a matemática sempre teve aquela... sempre foi colocado por muitos por causa de uma base malformada, acabando por condicionar para sempre muitos alunos que poderiam ter um futuro brilhante por falta dessa base em matemática. Como mãe eu fico muito feliz e vejo o empenho que a motivação exerce no estudante agora no ensino médio e daqui a pouco na universidade.

**Raimundo Filho.** Eu tenho duas coisas para falar. A primeira coisa para recuperar o entusiasmo é fundamental ouvir os estudantes, entender o que Maria Luísa falou. Para alguns professores parece uma afronta, mas para nós mesmo educadores, pais é a pura realidade. Não podemos mais educar, ensinar da forma que era há 15 anos atrás. Os alunos são bem diferentes, a dinâmica é outra, a forma de comunicar entre eles é outra. A primeira coisa a fazer para voltar a esse entusiasmo em relação à matemática é ouvir mais os estudantes. A segunda coisa é utilizar metodologias ativas, colocar os estudantes para serem protagonistas desse processo. Eles precisam protagonizar este processo. Não significa que eles escolham tudo, mas eles precisam participar desse sentimento de pertença a esse grupo, que a opinião deles vale a pena e a partir da opinião deles se constrói todo o processo de aprendizagem.

**Dênis Daltro.** O currículo escolar tem de ser mudado e dar oportunidade aos alunos de caminharem junto com os seus professores: autonomia dos alunos e um novo currículo. São duas peças fundamentais para um novo cenário que será apresentado após pandemia.

#### **Q5- Que oportunidades ou inovações interessantes para o ensino das Ciências, Matemática e Tecnologias identificou durante a pandemia?**

**APEduC Revista.** Vamos à quinta pergunta, esta pandemia também deve ter criado ou proporcionado inovações interessantes, portanto que portas é que esta pandemia abriu que serão interessantes percorrer no futuro?

**Maria Luísa Macedo.** Não vou falar só de matemática. Em relação à matemática que eu mais gostei foram as metodologias ativas, em particular a gamificação. Com certeza que a gamificação pode vir para ficar. Um destaque para outras matérias, por exemplo no curso técnico,

só agora é que eu estou sentindo que eu sou técnica porque na escola não tem computador para todo mundo. Em casa a gente acabou tendo que arranjar um computador para estudar e as aulas práticas em casa são melhores que as aulas práticas na escola porque se pode praticar realmente exercer. Na escola por essa falta de computadores você acabava por programar um site no caderno e isso não funciona. Agora eu estou vendo, eu estou criando sites, estou vendo mais. As matérias técnicas eu gostei de fazer mais online. Em relação a ciências em geral, poder utilizar vídeos, poder utilizar outras coisas digitais que você pode apresentar no computador que às vezes na sala não funciona tão bem são pontos positivos e metodologias ativas.

**Joelma Macedo.** Eu também vou ficar com as metodologias ativas. Eu passei a ler, passei a aprender que temos de modificar e ter a capacidade de olhar. Em relação à matemática, como eu sou eu professora de inglês, eu sempre falei para os meus alunos «como é que você aprende matemática?», «Se aprende matemática dando uma leitura? Em inglês é a mesma coisa, se você só lê, você não vai aprender, vai ter que praticar». Aprender é muito íntimo, é preciso dispor-se a aprender. Cada um aprende do seu jeito. Eu não aprendo da mesma forma que eles, eu sou de uma geração diferente da minha filha. Eles são muito rápidos e a gente é lento. Hoje mesmo eu fui passar lista de presença na sala online, chamei Maria Luísa «me ajuda aqui, com a lista de presença, eu passei na minha sala, mas eu não sei para onde ela foi parar». As metodologias ativas tem-nos feito rever, repensar e a valorizar mais a pessoa do professor. E também da sua predisposição para mudar. Se você não quiser, a tecnologia, a metodologia não ajuda nada.

**Raimundo Filho.** Um dos pontos positivos nessa situação que nós estamos vivendo é a educação colaborativa. É uma coisa que tem de ficar. A colaboração entre estudantes e principalmente entre os professores é uma coisa que a gente não trabalha bem. Cada um faz o seu trabalho de forma individual. Às vezes nós nos juntamos a fazer um projeto maior, mas é sempre uma coisa isolada. A colaboração entre professores é uma coisa que deve acontecer. O professor Dênis falou que ele participou no projeto de aulas de reforço de matemática, mas também participa nas aulas de Física. Outros professores participaram também. Precisamos aproveitar esse momento para intensificar a colaboração, parar de pensar como professor de uma disciplina isolada e pensar na educação de modo geral. Quais as qualidades que a educação deve ter? Como é que a matemática vai entrar? Não pode ser a matemática pura, disciplina fechada, a gente tem de tentar encontrar um contexto para os jovens. É preciso uma estratégia para fazer sentido. Como Maria Luísa falou, o YouTube tem todo o tipo de informação para o ensino de matérias de todo o tipo. A informação está disponível, mas é preciso criar um contexto para valorizar esse processo de aprendizagem. Este é um ponto que a pandemia traz à reflexão. Devemos aproveitar a questão da colaboração entre professores e entre estudantes. A última coisa que eu não posso deixar de lado na aprendizagem é com certeza a gamificação como uma das metodologias ativas que vai ficar. Realmente é empolgante você pegar um histórico de estudantes com reprovações em matemática e através de uma metodologia mais ativa, mais participativa os estudantes conseguiram ficar mais seguros e consequentemente o aprendizado deles foi muito maior. A forma de avaliar, a forma de se relacionar, de ver a disciplina com um olhar diferente foi um dos trunfos da gamificação. No caso da matemática proporcionou um ressignificado da matemática.

**Dênis Dalto.** Eles já colocaram todas as opções: metodologias ativas, a curiosidade, etc. Maria Luísa, eu fiquei feliz agora pela sua fala que você está se sentindo com uma técnica. Independentemente de o laboratório ter 20 máquinas, dois alunos por máquina, não é a mesma coisa você se desenvolvendo, se concentrando em sua casa. Nessa pandemia você criou rotinas

de estudo, estabeleceu trabalhar com seu fator tempo. Isso é importante. Você pegou a teoria passada e fez a prática e foi fundamental para que você pudesse ter essa visão como técnica. Fico muito feliz de saber que você agora é uma técnica de comunicação visual e de excelência. Continue trilhando esse caminho, vai ter muito sucesso na sua vida. Mas o currículo, as metodologias ativas são peças fundamentais para o novo cenário, não só da matemática, mas nas outras disciplinas. Pensando na formação plena desses novos estudantes. Quando falo em formação plena, penso neles como seres humanos. Preparar para o mundo do trabalho, projeto de vida. É preciso esse contexto e preparar esses jovens para seguir em frente e enfrentar os novos desafios que virão. Eu acho que esse é esse o caminho.

Nota: Depois de a **APEduC Revista** ter perguntado se alguém gostaria de acrescentar algo mais, todos responderam que não. A **APEduC Revista** agradeceu a oportunidade, simpatia e o entusiasmo dos participantes e todos manifestaram a sua alegria por terem participado neste diálogo.

### 3. PARA SABER MAIS SOBRE A ESCOLA:

<https://instagram.com/ceepclaurodefreitas?igshid=1xy4jo7k0o96y>

*TEM A PALAVRA... MARGARIDA RODRIGUES, ROSÁRIO QUEIRÓS, DIANA DIAS,  
MARTIM FERREIRA*

GIVING THE FLOOR...MARGARIDA RODRIGUES, ROSÁRIO QUEIRÓS, DIANA DIAS, MARTIM  
FERREIRA

TIENE LA PALABRA...MARGARIDA RODRIGUES, ROSÁRIO QUEIRÓS, DIANA DIAS, MARTIM  
FERREIRA

## 1. INTRODUÇÃO

A **APEduC Revista** quis ouvir a voz e a perspetiva de um aluno, uma professora, uma encarregada de educação e uma dirigente de uma instituição de ensino portuguesa sobre o modo como a pandemia Covid 19 afetou a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica em torno de cinco perguntas orientadoras.

A instituição de ensino é o Agrupamento de Escolas de Sobreira, localizado na região Norte de Portugal, região onde se verificaram o maior número de casos de COVID19 desde o início da pandemia (INSA DGS, 2021). Este Agrupamento de Escolas é constituído por um Jardim de Infância, dois Centros escolares com oferta do 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB) e ensino pré-escolar e uma escola Básica e Secundário (escola sede) com oferta do 2º, 3º Ciclos do Ensino Básico e Secundário, contando com um total de 950 alunos.

Para este número entrevistámos a coordenadora da Escola Básica de Recarei, Rosário Queirós, professora do 1º CEB há 34 anos, a Professora Margarida Rodrigues, professora do 1º CEB há 33 anos, que lecionou no ano letivo passado numa turma do 4º ano e leciona este ano numa turma do 1º ano, o estudante Martim Ferreira, que entre 2016 e 2020 foi aluno da professora Margarida na Escola Básica de Recarei, frequentando atualmente o quinto ano da Escola Básica e Secundária da Sobreira, e Diana Dias Encarregada de Educação e mãe do Martim. A todos os entrevistados foi explicado o objetivo da entrevista e solicitado consentimento para gravar e publicar as respostas.

As perguntas, do conhecimento prévio dos entrevistados, foram:

Q1 - Em que aspetos concretos a pandemia Covid 19 afetou o modo como se ensina, aprende ou organiza a atividade educativa ou a vida familiar para assegurar que a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica tivesse lugar?

Q2 - O que se fez para minimizar os efeitos da pandemia Covid 19 na Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica?

Q3 - Que aspetos da Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica se evidenciaram como não sendo possíveis de resolver com um ensino remoto?

Q4 - O que será necessário fazer no futuro próximo para se recuperar o entusiasmo e as aprendizagens em Ciência, Matemática e Tecnológica?

Q5- Que oportunidades ou inovações interessantes para o ensino das Ciências, Matemática e Tecnologias identificou durante a pandemia?

## 2. ENTREVISTA

**Q1 - Em que aspetos concretos a pandemia Covid 19 afetou o modo como se ensina, aprende ou organiza a atividade educativa ou a vida familiar para assegurar que a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica tivesse lugar no Agrupamento de Escolas de Sobreira, mais precisamente na EB1 de Recarei?**

***APeDuC Revista.*** Muito obrigado pela disponibilidade de cada um vós em colaborar com a ***APeDuC Revista.*** Nesta primeira pergunta, peço a cada um que se centre no seu papel e incida em aspetos concretos que a pandemia provocada pelo covid-19 afetou o modo como se ensina, com se aprende, como se organiza a atividade educativa ou até a vida familiar para assegurar que a educação em ciência, matemática e tecnologia tivesse lugar. Peço a cada um para responder, à vez, e se depois alguém quiser complementar a sua resposta esteja à vontade.

***Margarida Rodrigues (professora).*** Creio que os maiores problemas têm sido o medo, as incertezas, o desconhecido completo, o não sabermos como vai ser na próxima semana ou até amanhã, bem como as condicionantes impostas pelas múltiplas interrupções, pelos confinamentos e pelos isolamentos profiláticos. No ano passado, na turma do 4º ano, os alunos eram bastante mais autónomos e, depois de aprenderem a usar as tecnologias e a trabalhar no *classroom*, até acabou por correr bem porque já eram capazes de fazer e enviar as tarefas previstas. Este ano, tenho uma turma do primeiro ano e os alunos são muito menos autónomos. Começaram as aulas e em Outubro, estavam ainda a aprender as vogais, ficamos todos em isolamento profilático, iniciando-se deste modo a exploração das consoante. Os alunos tiveram que aprender a ler e a escrever à distância. Outra condicionante muito importante é a impossibilidade de contacto físico e de proximidade com os alunos. Isso é muito visível por exemplo na aprendizagem da grafia, no desenhar as letras. Mesmo recorrendo a uma ferramenta como uma mesa digitalizadora, faltou o pegar na mão e o ajudar a desenhar. Também falta a proximidade física que permite aos professores perceberem de imediato as dificuldades dos alunos e dar-lhes *feedback* e ajuda imediata. Outra condicionante importante foram as dificuldades impostas aos trabalhos de grupo e trabalhos a par, que são importantíssimos. Mesmo durante o ensino presencial, devido à necessidade de manter as distâncias, é muito mais difícil trabalhar a pares ou em grupo. A isto somam-se as dificuldades tecnológicas: os problemas técnicos, as falhas de internet e a falta de equipamento. Alguns alunos da escola não tinham internet e os professores tinham de articular por telefone para os pais e entregar os trabalhos em mão ou por correio, acabando os alunos por não estar com os colegas nem terem o mesmo acompanhamento que eles.

**Diana Dias (encarregada de educação).** E esses problemas continuam. Alguns alunos, só agora no segundo período é que conseguiram estar nas aulas juntamente com os colegas, porque só agora têm condições para isso. Estou a falar da escola da Sobreira, porque é a realidade que eu conheço. Creio que esta situação podia ter sido evitada este ano, porque era mais do que certo que estes confinamentos e isolamentos iriam acontecer. Todos os alunos deveriam ter começado o ano letivo com acesso à internet e computadores. Havia alunos que estavam no telemóvel a ter aulas todo o dia. Se já no computador não é fácil, num telemóvel deve ser ainda mais difícil. E isso tem consequências nas aprendizagens e quando os alunos têm dificuldades, com mais dificuldades ainda ficam.

**Rosário Queirós (coordenadora da Escola Básica de Recarei).** Devo dizer que essa foi uma preocupação da direção antecipadamente, mas não teve foi muitas portas abertas, porque a Câmara Municipal e o Ministério demoraram muito a responder.

**Margarida Rodrigues.** Mas mesmo tendo o computador, é tão diferente estar numa sala de aula e olhar para as caras dos alunos e perceber “ai que aquele aluno não está a perceber nada do que estou a dizer!” ou “ai, aquela quer dizer alguma coisa”. À distância, para além de estarmos condicionados pelo tempo que temos com eles, não dá para perceber se os alunos estão a perceber ou não. Faltou aquela ajuda logo imediata. Faltou essa proximidade, o passar pelos cadernos e dizer “olha, vê isto aqui outra vez que não está bem”.

**Rosário Queirós.** Tivemos de nos adaptar, de pedir ajuda aos pais para verificarem os cadernos, que normalmente eramos nós que verificávamos, ou para segurarem naquela mãozinha daquela criança que está com dificuldades. Faltou muita coisa. Na coordenação de escola também me senti um bocadinho sozinha, a escola vazia, tudo diferente. Sei que os professores tiveram de se reinventar para conseguir solucionar todos estes problemas. Enquanto coordenadora tentei minimizar alguns problemas. Criámos um blog, dinamizado juntamente com os pais para ir recolhendo os trabalhos dos meninos. O trabalho era completamente diferente do que estávamos habituados. Posso dizer que senti um bocadinho aquela nostalgia de chegar à escola e vê-la vazia e não ver os alunos. Sentia a falta do sorriso dos alunos, daqueles abraços que eles nos costumavam dar e que agora nem agora conseguimos por causa do distanciamento. Senti a falta daquele aconchego, daquela ternura e daquele carinho físico. Relativamente à utilização das novas tecnologias e ferramentas foi bastante positivo porque obrigou tanto os professores como os alunos a procurarem ferramentas diferentes. (Há uns anos atrás fui uma das primeiras professoras a ter a sala cheia de computadores Magalhães e com os meninos a trabalharem, todos em conjunto, com os computadores Magalhães. Era um espetáculo!) Eu espero que esta mudança que a pandemia trouxe agora à educação continue, que se aproveitem estas coisas boas. Claro que estas coisas boas não superam as coisas más. A presença dos alunos na escola é fundamental. A própria vida familiar teve que se alterar, quer a dos alunos quer a dos professores. A nossa escola começou a ser a nossa casa e tivemos de ter uma disponibilidade a 100%. E ao mesmo tempo deixamos de ter privacidade.

Uma das coisas que eu mais senti falta foi daquela primeira reunião inicial com todos os encarregados de educação e familiares, todo o corpo docente e não docente e de explicar todos os pontos da escola, dar a conhecer os cantinhos todos da casa. Desta vez não foi possível e eu senti a falta dessa reunião porque determinados problemas que surgem agora ao longo do ano devem-se ao desconhecimento dos pais e da falta da proximidade que nós tínhamos e que

passamos a ter de uma forma diferente. Costumávamos ter muita presença dos pais na escola, muitas atividades e agora ficamos sem essa proximidade. Sem essa proximidade e sem essa ajuda dos pais que é fundamental. Ficamos sem essa partilha, sem essa articulação. A outra articulação que teve de ser feita este ano, constantemente, por causa dos isolamentos com turmas a irem para casa, foi com a direção, com a delegada saúde, com a própria junta de freguesia. A logística que está por trás, para que tudo corra bem, foi e está a ser muito complicada. Mas vamo-nos reinventando.

**APeDuC Revista.** E aí em casa? Como foi aí em casa?

**Diana Dias.** Eu tive que adaptar o meu horário de trabalho, tive de começar a trabalhar por turnos para poder fazer um acompanhamento presencial em casa ao Martim. Eu trabalhava de segunda a sexta mas agora trabalho 24 horas e depois estou 2 dias em casa e trabalho ao máximo nos fins-de-semana e feriados para poder depois ficar durante a semana a acompanhar o Martim. Isto porque o pai também não está em casa durante a semana. Nos dias em que ia trabalhar ficava o Martim aqui em minha casa aqui a assistir às aulas e a minha mãe passava por aqui só para ver se estava tudo bem. Ou seja, ficava ele aqui à confiança e à responsabilidade dele a assistir às aulas. E o feedback que eu tive dos professores foi que ele esteve sempre presente e esteve sempre nas aulas. Além do Martim tenho mais um filho de 5 anos, o Vicente, que está também no pré-escolar da escola de Recarei. E queria dizer que a educadora fez um trabalho espetacular, com os meninos este ano, um trabalho excelente, que nos punha ali uma hora todos os dias, a turma toda a trabalhar, a fazer trabalhos com os meninos, a pintar, a cortar. A educadora esteve espetacular. Eu tinha que repartir depois o meu tempo pelo Vicente e pelo Martim. O Vicente tinha uma série de trabalhos de pintura, de grafismos, de recorte que me obrigava a estar ali à beira dele porque ele só tem 5 aninhos e ainda não é autónomo. Eu tinha que estar ali a incentivá-lo para ele fazer e não perder o que já tinha adquirido. E depois tinha que fazer um acompanhamento ao Martim e ajudar a reforçar as matérias que foram dadas dificuldades que teve, principalmente na matemática, para não deixar falhar. Porque acho que este ano 5º é um ano muito importante para o futuro, são as bases daquilo que já vinha da primária, e se ele perceber depois será muito mais fácil conseguir acompanhar as disciplinas no futuro. Tivemos de nos adaptar cá em casa também para conseguir fazer um acompanhamento presencial com os dois. Foi difícil, claro que sim! E depois ao fim de semana é ir para o meio do monte andar de bicicleta, tentar sair de casa o máximo possível, porque são muitas horas aqui. Neste momento eu não sinto diferenças nos meus filhos a nível de motivação e de bem-estar, sinto-os crianças como sempre foram bem e felizes. Mas a nível de futuro não sei se isto terá alguma consequência, sobretudo no pequenino. Como a professora Margarida disse e muito bem, nós ensinamos os nossos filhos a partilhar, a ajudar, a dar a mão, a brincar, a dar um abraço e agora não podem fazer. E nós estamos sempre a dizer-lhes: Não faças isso, não podes, não! Mas prontos, estamos a adaptar-nos. Esperemos que mude, mas para já foi o que tivemos de fazer.

**APeDuC Revista.** E tu Martim, como sentiste esta pandemia? O que mudou ou tiveste de mudar?

**Martim Ferreira (aluno).** Foi um bocado difícil, não é a mesma coisa que estar nas aulas presenciais. No quinto ano, nas aulas presenciais, podemos estar 2 horas nas aulas, mas estamos mais atentos. Aqui no computador, depois das aulas acabarem dói-nos mais vezes a cabeça, a barriga e os olhos. E não é como estar com a professora a explicar à nossa beira num

quadro. É no computador e isso cansa mais a vista. E às vezes acontecia que os professores saiam sem querer, ou a net podia falhar, e era mais difícil de explicar. Essa parte foi uma das mais difíceis. A mim chegou-me a acontecer o professor estar a explicar e eu não perceber e depois o professor teve de explicar tudo novo. E isso estraga as aulas porque parece que o professor não consegue sair da mesma matéria durante semanas por causa destas falhas. Acho que essa foi a parte mais difícil nas aulas online.

**APEduC Revista.** E especificamente das Ciências, Matemática e tecnologias? Houve alguma coisa que notasses especificamente nestas disciplinas?

**Martim Ferreira.** Dessas disciplinas o mais difícil foram os testes. Não por serem difíceis, mas depois os professores diziam que dava para ver as notas, mas nós íamos lá e não conseguíamos ver as notas. Alguns meninos não conseguiam submeter ou ver o teste. Isto não é como dar uma folha ao professor e o professor corrigir, porque, por causa da internet podemos sair, pode falhar uma pergunta ou uma resposta porque estávamos a puxar para baixo para ver o resto e não vimos uma pergunta ou clicamos sem querer num botão e assinalamos uma resposta. Ou então submetemos, mas o professor não consegue ver ou nós não conseguimos ver as respostas.

**Diana Dias.** Eu presenciei aulas, quando estava na retaguarda, e o professor baseava-se muito na leitura do próprio livro. Ora lia um menino, ora outro menino e depois mandava fazer exercícios. Se calhar numa aula presencial acabaria por ser mais dinâmico. Na matemática, o professor explicava, depois passava à aula assíncrona e punha-os a resolver os exercícios. Eles resolviam e depois o professor fazia a correção, partilhando o ecrã. Mas é como a professora Margarida disse e muito bem, o professor está de um lado e tem do outro lado 24 meninos. Não consegue perceber aonde é que está a verdadeira dificuldade de um aluno. É muito difícil, e se calhar neste período houve muitas falhas para muitos meninos que não perceberam certos pormenores que são as bases para perceber a matéria daqui para a frente. E a ciências acabou por se perder um bocadinho aquela parte prática. Se calhar podia fazer uma experiência, que eles acham muito giro e até no nosso dia-a-dia determinadas experiências que fazem e o professor não conseguiu fazer isso porque, para além de estar limitado àquelas horas, tem que cumprir os programas e tem que cumprir os objetivos propostos pela escola, com o acréscimo das aulas à distância. Na parte das ciências, tornou-se mais massudo e para as crianças que não tinham muito interesse pelas ciências, se calhar acabaram por perder um bocadinho mais. Na matemática, se calhar foi difícil perceber bem quais as verdadeiras dificuldades dos alunos ao resolverem os exercícios. Quanto aos testes, na minha opinião, para eles foi confuso porque cada professor tinha um método diferente de dar testes: uns eram de escolha múltipla, outros era de escrever, noutros os alunos tiveram que imprimir o próprio teste e depois digitalizar e mandar para o professor. Ou seja, os primeiros testes para eles também foram muito confusos. Eles pensavam, “Como é que eu faço agora? Como é que eu vou agora imprimir o teste, que eu não tenho aqui ninguém que me ajude?”. E entre eles diziam, “olha vai ali, faz assim.” Foi um bocadinho confuso. Daí eu ter comentado que deveria ter havido alguma preparação para esta situação que todos sabíamos que ia acontecer. Além disso, houve professores que, no primeiro período, se deram um mês de aulas, foi muito, porque estavam constantemente em isolamento profilático, quer fosse por eles, quer fosse pelos filhos. Isso agrava ainda mais a situação porque tiveram de recuperar toda essa matéria do primeiro período em aulas à distância. Claro que isto para os professores é um desafio muito grande, e eu dou os parabéns aos professores pelo grande esforço que estão a fazer. Como diz a professora Rosário, os professores deixam de ter

vida própria e eu acredito nisso, porque para além de prepararem as aulas têm as reuniões e as recomendações de agora. Deve ser muito difícil e os professores, no meio disto tudo, estão a fazer um grande esforço para com os alunos. Que houve algumas lacunas, houve, mas também é uma experiência nova para toda a gente e estamos todos ainda a passar por ela agora. Se continuar, temos que aprender como a professora Rosário disse, manter o que houve de positivo e tentar melhorar a parte negativa.

**APEduC Revista.** Se calhar passaria para a próxima pergunta.

## **Q2 - O que se fez para minimizar os efeitos da pandemia Covid 19 na Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

**Margarida Rodrigues.** Logo nas férias da escola na escola houve uma revolução completa nas carteiras e mesas. Na nossa escola conseguimos ter todos os alunos separados, cada um na sua mesa. Eu tenho 25 alunos, tenho uma das turmas mais numerosas da escola. Fico sem espaço para me deslocar na sala. Mas é como a Diana disse, estamos lá, temos que nos adaptar e temos que nos organizar. Mas vamos para a sala de ciências. Eles trabalhavam por grupos, o Martim sabe, trabalhávamos rotativamente por grupos, cada grupo explorava uma experiência. Este ano, as mãos são desinfetadas e depois os alunos podem mexer à vontade porque senão também vai faltar isso. Adaptamos a sala, vamos preparando os alunos para eles saberem que podemos trabalhar em grupo e isso é muito importante. O ideal seria criar grupos de nível, até porque no primeiro ano eu tenho, por exemplo, 4 níveis e agora não consigo ter. Mas eles sabem que podemos trabalhar em grupo: eles sabem quando podem partilhar, quando é que podem apresentar sugestões. Não temos aqueles grupinhos de 5-6 alunos, mas tentamos reformular todo o nosso trabalho, de maneira a trabalhar com o grupo todo, individualmente e com dois ou três alunos.

Acho que uma das grandes vantagens, como a professora Rosário já falou, foram as tecnologias, e eu tenho duas coisas boas a acrescentar. A primeira é a proximidade com os pais: num primeiro ano é lógico que os pais não podiam virar as costas. Tinham que estar ali sempre. Foi o que eu lhes disse: fiquem a passar a ferro ou deitados no sofá a ler um livro. Não estejam sempre em cima deles, mas estejam por aí perto. E isso deu para os pais terem uma perceção muito maior do nosso trabalho na sala de aula e até do desenvolvimento dos filhos. Faltou a entrada dos pais na escola, mas nós entramos todos os dias nas casas uns dos outros. Eu noto isso. Por exemplo, na turma do ano passado eu estava com a mãe do Martim fora das aulas síncronas e falava do Martim. Mas agora, diariamente quando eu chamo a atenção a um, lá há uma mãe que mete a cabeça e diz “professora ralhe também com esta”. Criou-se uma proximidade maior e os pais perceberam melhor nosso trabalho e isso foi uma das vantagens. Já no ensino presencial, outra vantagem foi: vamos sair, por favor vamos sair da sala. A sala é abafada, podemos trabalhar lá fora? Então vamos fazer lá fora. Em estudo do meio estamos a dar os seres vivos e o recreio hoje não foi de 15 minutos, o recreio hoje foi de 40, porque a aula entrou pelo recreio dentro. Temos que tirar alguma coisa boa desta situação. Agora eu vou falar dos DAC - domínio de autonomia curricular. O que é que tivemos que fazer? A ideia, que eu acho que é excelente, é perceber que aquilo que nós fazemos e que vamos fazendo na sala

pode articular-se num DAC. Se calhar agora sabemos trabalhar melhor isso, ou pelo menos aprendemos que isso nos pode trazer vantagens. E acho que passa por aí a estratégia para minimizar os impactos: vamos aproveitar ao máximo todo o tempo que temos com eles, vamos aproveitar o grupo em si para tirar dele maior rendimento e vamos sair da sala. E basicamente acho que, relativamente ao meu trabalho, resume-se mais ou menos nisto.

**Rosário Queirós.** Relativamente à coordenação da escola, foi como lhe disse, a dinamização de um blog como uma forma de aproximar dos pais e dos alunos por parte da coordenação da escola porque a escola ficou vazia e sem ninguém. O cuidado em articular com a associação de pais para a adaptação do espaço e do mobiliário. A marcação dos percursos, a criação de “bolhas” nas turmas, para que não houvesse aquela proximidade que agora, infelizmente, não pode existir. O distanciamento: difícil no 1º ciclo e no pré-escolar! Sabemos que é difícil, mas temos que pelo menos tentar! E essas “bolhas” foram marcadas do chão com a ajuda dos pais num sábado. A Professora Margarida sabe disso muito bem, que estivemos lá todas. Foi feita essa marcação por turmas, uma mais-valia. Toda a gente trabalhou para o mesmo. Claro que com o devido distanciamento e as devidas etiquetas de higienização, mas conseguimos. Também criámos jogos no chão, com pinturas, de modo a tornar o recreio menos limitativo e mais atrativo para os alunos. Foi muito importante a intervenção da associação de pais. A articulação com a autarquia, relativamente aos materiais de higienização também foi fundamental. A elaboração dos planos de contingência por parte da direção que teve um cuidado fantástico. E a própria desinfeção dos materiais que, aula a aula, situação a situação, é necessário desinfetar. Eu sendo coordenadora também tenho apoio educativo. Dou apoio educativo a alguns alunos com muitas dificuldades. Em todas essas salas de apoio, eu estou uns alunos e depois mudo para outros e é necessário desinfetar tudo. As próprias funcionárias tiveram de se adaptar. Ou seja, tudo se reinventou, tudo está diferente. Em algumas situações, muito melhor. O cuidado foi redobrado e isso é de valorizar. E os meninos vão-se adaptando. Nem sempre da melhor forma, às vezes é difícil de os manter separados por turmas porque eles, naturalmente, querem brincar com os colegas das outras turmas, sentem necessidade disso. Estão há muito tempo fechados. Nota-se que, pelo facto de estarem há muito tempo fechados, sentem uma falta maior falta de espaços livres. É difícil o recreio! Nestes últimos dias, tem sido especialmente difícil de gerir, porque as crianças sentem necessidade de brincar, de correr, de saltar e nem sempre é fácil colocá-los na sua “bolha” e de os fazer respeitar as funcionárias. Mas sente-se que é exatamente por falta de terem estado na escola de terem estado em espaços livres, fruto do confinamento e da pandemia.

**Diana Dias.** Até os adultos, professora. Até os adultos falham nisso.

**Rosário Queirós.** É verdade, é verdade! Mas nitidamente, não sei se o Martim sente isso, mas há uma necessidade de correr. Eles precisam disso.

**Martim Ferreira.** Porque, no primeiro período, os 15 minutos já davam, mas agora como ficámos muito tempo em casa sem estar com os colegas, os 15 minutos passavam parecia que nem um minuto.

**Rosário Queirós.** É verdade, e nós aqui sentimos isso! Até nós, professores, sentimos isso por isso imagino vocês.

**Margarida Rodrigues.** Olha, ó Martim. E nós aqui temos sorte. Nós vivemos num meio em que podemos sair de casa em segurança, porque não vemos ninguém. Como a mãe disse, ao fim-de-semana podemos pegar na bicicleta e ir para o monte correr. Eu imagino quem viver no apartamento numa zona mais urbana. Nós felizmente podemos sair. Eu costumo dizer aos pais, levem o cão e a criançada e soltem-nos por lá.

**Rosário Queirós.** Nós somos muito felizes! Nós onde estamos, Martim, somos muito felizes!

**Diana Dias.** Ainda ontem foi com o pai e com o mano andar para o monte. Oito quilómetros de bicicleta.

**Martim Ferreira.** Que sorte que eu tenho!

**Diana Dias.** Ainda ontem foi com o pai e com o mano andar para o monte. Oito quilómetros de bicicleta. Mas tem de ser, temos de os tirar de casa porque senão continua agarrado ao computador, ao telemóvel e à televisão. Temos mesmo de os tirar de casa para terem outras experiências, outros sentidos, trabalharem também a parte física. E conta lá Martim. Nesta mudança, o que é que tu sentiste mais?

**Martim Ferreira.** Então, agora vê-se um lápis no chão. Um menino diz que é dele. Antes desta pandemia era só entregar-lho, mas agora temos de dar à professora para o desinfetar e depois é que damos ao colega. E principalmente as máscaras. Nós estamos a correr e elas abafam-nos! Nós queremos tirar a máscara para respirar um pouco. Mas para isso temos de ter segurança que não temos ninguém à nossa beira, saber se estamos num espaço livre e só depois é que podemos tirar um bocado a marcha para respirar. Mesmo, nas aulas, quando andava no quarto ano, quando não havia esta pandemia, se eu tivesse com o colega à minha beira na mesa, a mesa podia ser partilhada. Um pegava na minha caneta porque não tinha, o outro pegava no marca-textos para sublinhar. Agora tenho uma fita e não se pode passar nem o caderno, nem o estojo, nem nada sobre essa fita. Hoje aconteceu uma amiga minha não ter um livro e uma colega emprestar-lhe e a professora chamar-lhe à atenção. Nós estávamos habituados a fazer isso. Um não ter um livro ou não ter uma caneta e nós temos e não precisamos do livro ou temos duas canetas e emprestamos. Mas para isso a caneta como eu disse temos de desinfetar e só depois podemos dar e o livro agora, no máximo, podemos pô-lo no meio da mesa e o colega ao lado pode ir vendo, mas não pode estar a tocar no livro. E também sempre que é preciso ir à casa de banho e entramos na sala, temos de desinfetar as mãos. Saímos da sala para trocar de máscara, entramos, temos de desinfetar as mãos. Vamos para o recreio, ao entrar, temos de desinfetar as mãos. Sempre que entramos na sala temos de desinfetar as mãos e isso torna-se um bocado chato.

**APeDuC Revista.** Pois. Mas e que estratégias é que tu tens para te ajudar a aprender matemática, ciências e tecnologia nestas condições? Fazes, alguma coisa diferente e especial? Começaste a fazer alguma coisa que antes não fazias?

**Martim Ferreira.** Eu agora costumo fazer mais cálculos na matemática, para chegar melhor ao raciocínio. E por causa disto, agora tenho de estar mais atento às aulas porque começamos as aulas presenciais e nestas aulas dá para perceber melhor a matéria. Assim, não

precisamos de fazer tantos cálculos e podemos falar mais presencialmente e assim já dá para entender melhor a matéria.

**Diana Dias.** O que queres dizer é que fazias mais apontamentos quando estavas em casa. É isso que queres dizer?

**Martim Ferreira.** Sim. Em casa tínhamos de fazer mais apontamentos, tínhamos de fazer mais cálculos, tínhamos de estar sempre a rever aquela matéria. Agora presencialmente é mais fácil porque o professor, quando não entendemos naquela aula, ele pode explicar e entendemos melhor porque estamos presencialmente e, quando há qualquer coisa, o professor ajuda-nos a fazer no quadro. Por isso, lá não é preciso estar a escrever mais, no caso da Matemática, a fazer mais cálculos. Em ciências, como já estivemos a dizer, como a nossa escapatória é ir andar a pé ou de bicicleta, em Ciências posso analisar mais as árvores, o tipo de folha, o tipo de rochas.

**Diana Dias.** O que é está a dizer é que, enquanto estamos a fazer as caminhadas ele aproveitava e tentava associar a matéria para aquilo que estava a visualizar.

**APeDuC Revista.** Já percebi. Ou seja, para além de fazeres mais registos, quando fazes as caminhadas observas melhor o mundo que te rodeia para aprenderes melhor ciências, é isso?

**Martim Ferreira.** Sim.

**APeDuC Revista.** E fazes mais alguma coisa para aprenderes melhor as ciências, a matemática ou as tecnologias?

**Martim Ferreira.** Acho que não.

**APeDuC Revista.** E da parte da mãe? Já percebi que têm feito um esforço grande para os tirar de casa...

**Diana Dias.** Sim, sim. Aos dois. que é está a dizer é que, enquanto estamos a fazer as caminhadas ele aproveitava e tentava associar a matéria para aquilo que estava a visualizar. Acho que faz mesmo falta! Ainda por cima apanhamos aquela fase de janeiro e fevereiro que era chuva e frio, chuva e frio e era quase impossível sair. Assim que o tempo acalmou um bocadinho, à primeira oportunidade, começamos novamente com as caminhadas ou com a bicicleta para os tirar aos dois de casa. Porque eles estavam mesmo as 24 horas em casa. Eu ainda vou trabalhar e o meu marido também, mas eles continuam em casa. Mesmo contactos com outros familiares não havia. Quando o tempo mudou um bocadinho, aí já começamos a aproveitar para usufruir daquilo que temos aqui de bom, que é mesmo estes refúgios que são lindíssimos! Então nesta altura é lindíssimo! E ele aproveita para fazer dois em um: exercício físico e tentar aplicar um bocadinho do que aprendeu naquilo que vai vendo e por onde vai passando.

### **Q3 - Que aspetos da Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica se evidenciaram como não sendo possíveis de resolver com um ensino remoto?**

**Margarida Rodrigues.** A parte mais prática. Eu posso falar por exemplo a parte a parte prática acabei por recorrer muito a vídeos ou apresentações para lhes explicar aquilo que seria muito mais fácil presencialmente. É como o Martim está a dizer. Eu tive que reinventar e recriar novas formas para a passar uma informação, porque quando eles fazem ou veem fazer, aprendem muito mais facilmente. Noto isso, toda a parte prática do "fazer" e do "mexer" é mais complicado e este ano, no meu caso, agravado por ser um primeiro ano. Como eu disse, entramos em isolamento profilático quanto estávamos a começar a trabalhar as consoantes, mesmo na exploração da escrita, da grafia. Eu achei que ia ser terrível, mas felizmente depois conseguiu-se recuperar, com o apoio de tecnologias. Recorri a uma mesa digitalizadora para eles me verem a desenhar a letra. Mas o mais difícil foi mesmo tudo o que fazíamos de prático. Mas tenta-se contrabalançar de outra maneira. E o Martim ainda agora acabou de dizer isso. Se calhar envolvi mais a família noutras atividades e dizer: "experimentem, quando saírem...". Nesse aspecto acho que saímos a ganhar. Eu às vezes tentava explicar, explicar e explicar e depois dizia: "peçam aí aos pais para fazer isto" e envolvia assim a família naquilo que nós não conseguíamos fazer. Especialmente tudo que fosse prático: na escrita ou numa situação experimental. Envolvendo-se a família foi-se conseguindo.

**Rosário Queirós.** Bem, eu só poderei falar a nível do apoio educativo. A nível de Coordenação, esteve parado. Tudo o que estava relacionado com as ciências e matemática e tecnologia, o que é que eu fiz para chegar melhor aos meninos do apoio educativo: marquei aulas síncronas individualizadas, usei muito material concretizador. Por exemplo, utilizei as molas da roupa, que era uma coisa que eles tinham em casa, e para a Matemática foi fantástico para trabalhar com as cores, os grupos e as contagens. Optei muito por isso porque era um material que eles tinham e que podiam experimentar. Podiam depois mostrar-me o que faziam. Estudo do Meio não trabalho no apoio educativo, só trabalho o português e a matemática. Alguns alunos, sobretudo do primeiro ano, precisavam mesmo de um ensino individualizado e de muita ajuda porque a coordenação motora e a motricidade fina não estavam de todo consolidadas. Tiveram bastante ajuda das mães que foram incansáveis, ali ao lado. Sem essa ajuda, não tinha conseguido sequer trabalhar com eles. Fiz cartões de imagens com palavras, com sílabas a nível do português. A nível de matemática fiz cartões com conjuntos, conjuntos de objetos que eles podiam fazer também em casa e utilizei bastante o quadro *jam*, porque eu não tinha uma mesa digitalizadora como a Margarida. Mas com o quadro *jam* dava para fazer perfeitamente isso. Ia buscar as imagens à net, para conseguir formar os conjuntos e os alunos iam conseguindo aos pouquinhos fazer a matemática.

**Margarida Rodrigues.** E atenção, isto em apoio individualizado. Só com um aluno.

**Rosário Queirós.** Sim, sempre em apoio individualizado só com um aluno. Era impossível trabalhar com dois alunos ao mesmo tempo. Para eu conseguir chegar a eles tinha de ser mesmo assim. E mesmo assim aconteceu-me, mais do que uma vez, um ficar tão nervoso que tivemos de parar um bocadinho e acalmar e depois voltar. Acharam um piadão às molas. Estavam sempre a perguntar quando íamos trabalhar com as molas. Nós na escola temos muito material, mas agora quando usamos tem de ser tudo desinfetado. Por isso agora optamos muito

por materiais laváveis, plastifiquei tudo para agora eles poderem utilizar e vão fazendo e vão concretizando.

**APeDuC Revista.** E houve alguma coisa que não fosse mesmo possível?

**Rosário Queirós.** Que não fosse mesmo possível? É isso! É mexer com alguns materiais que temos na escola.

**Margarida Rodrigues.** A partilha era condicionada e não é tão fácil ver os rostos e ajudar na hora. Acho que foi isso que faltou. Eles às vezes mostravam-me os cadernos, mas embora eu dissesse que sim, eu não conseguia ver. Funcionava tudo com fotografias que os pais mandavam. Ou seja, o feedback não era imediato e isso foi a principal dificuldade.

**Rosário Queirós.** Ó Margarida, essa dificuldade eu não tive. Como estava só com um aluno, quando eles me mostravam o caderno na imagem eu conseguia ver, porque eu tinha o ecrã todo para um aluno. Agora a professora Margarida, com os 25 era impossível.

**Margarida Rodrigues.** Ainda me falta dizer uma coisa. Quando eu parava com o grupo da turma, ia trabalhar com esses alunos com mais dificuldades, porque só assim é que era possível. Mas agora vamos ver outra coisa. Crianças tímidas! Olha, houve crianças que me surpreenderam, que na sala até nem participavam muito e que chegaram aqui e dominaram bem. E também aconteceu aquelas que nunca abriram a boca. Tinha que vir a mãe e dizer “ó professora mande o meu filho ler”; “ó professora, mande a minha filha ler”. Houve um aluno, que quando se apercebeu que se conseguia ver no ecrã, e que os outros o estavam a ver também, começou a não querer estar na aula e choramingava e tudo mais.

**Rosário Queirós.** Ó Margarida, e lembraste do aluno R? Quantas vezes entrei na sala de aula virtual da professora Margarida para pegar e trabalhar com o aluno R, porque se ele saísse da sala de aula já nunca mais entrava. Eu ficava com o aluno R naquele link e os restantes alunos saíam para poderem usar noutra sala. E mesmo assim, muitas vezes não conseguia trabalhar com ele pois a internet ia abaixo.

**Margarida Rodrigues.** O caso deste aluno, é que vivia com a avó, que não dominava as tecnologias. Depois de entrar na sala, não se podia desligar. Então quando a professora Rosário chegava para o apoio, nós saímos todos para irmos para outra sala. Tivemos que nos articular para que esse aluno tivesse todo o apoio e felizmente conseguimos resultados. Funcionou bem!

Mas o que eu sinto mais é mesmo não os ver bem e não haver aquela resposta e o *feedback* direto. Uma coisa é eu, na hora, passar lá. Eu até nem ponho mal, ponho uma cruz, quando não está certo. Quando havia uma cruz e um certo sabia que aquele exercício tinha estado mal e o aluno tinha resolvido novamente. Nas aulas on-line faltava isso. Faltava esse feedback na hora. Quantas vezes eu recebi as fotografias e depois dizia “Olha que não é assim que se faz”, “olha, vai ver neste sítio”. Acho que é muito importante um apoio logo na hora e o *feedback* enviado de imediato.

**Diana Dias.** Ó professora, mas olhe que na turma do Martim, no quinto ano houve isso. Houve meninos que chegaram ao fim e não tinham nada no caderno. Quantos e quantos

pediram a outros meninos para lhes enviarem depois uma fotografia para eles passarem tudo para o caderno. Quantos meninos ficaram com o caderno em branco. Porque esse cuidado que a professora tem, no 5º ano já não há. E eu compreendo. Atenção que eu compreendo. Porque a professora Margarida tem a sua turma e está com ela o dia todo, todos os dias. Aqueles professores não. Têm 4, 5 turmas e às vezes em escolas diferentes claro que não podem estar com esse cuidado. E ao Martim, no primeiro período tive mesmo que lhe dizer: Martim agora não estás com a professora Margarida. Acabou, concentra-te agora! Não tens aquele miminho que tinhas todos os dias! É que depois, no início do quinto ano, os professores nem se lembram de chamar a atenção para esses pormenores e se calhar só depois, ao longo do período, é que lhes vão dizendo esses por menores. Mas eu tive de dizer ao Martim: concentra-te, passa tudo, olha que agora não tens a professora Margarida para te ver o caderno diariamente. E a autonomia eles tiveram que ganhar no primeiro período, a correr muito, e não foi bem consolidada. Depois no segundo período, o que tinham ganho, alguns acabaram por perder. Como não tiveram esse acompanhamento, os cadernos eram quase em branco limpos não houve passagem de matéria e as aulas de História eram, sobretudo, eles passarem a matéria para o caderno. A professora dizia e eles passavam o resumo para o caderno e muitos dos meninos não tinham isso. E a português também. A parte da gramática, principalmente, e muitos deles não fizeram. Ou seja, aquele presencial de um professor ver e de os alunos terem aquela preocupação de: eu vou chegar à escola e o professor vai ver se eu fiz o trabalho de casa. Não havia essa preocupação. O professor perguntava, “fizeste o trabalho de casa”, e o aluno dizia “fiz”. Se calhar não está nada feito, mas diz que fez. Nas aulas presenciais os alunos já têm essa preocupação de ter um caderno minimamente apresentável, de passarem realmente aquilo que os professores pedem e que nas aulas.

**APeDuC Revista.** E houve, alguma coisa, Martim ou Diana que achassem que não foi mesmo possível no ensino das ciências, matemática e tecnologias?

**Diana Dias.** Eu acho que a matemática, o professor acabou por dar a matéria e fazer na mesma os testes que era suposto, mesmo que tivesse presencial. Agora se foi realmente adquirida não sei. Espero que sim! A ciências, faltou a parte prática sem dúvida alguma. Acabou por ser muito massuda! A parte prática acabou por se perder e se calhar com isso, perder-se também o interesse e entusiasmo pela disciplina. Na matemática faltou a capacidade do professor perceber as verdadeiras dificuldades dos alunos no próprio momento, porque, como a professora Margarida disse e muito bem, na sala de aula, é muito mais fácil, olhando para a cara do aluno e para a sua expressão perceber quando ele está completamente desorientado. No ecrã o professor não consegue ver isso. Os professores do Martim, quando tinham um bloco de 90 minutos, dividiam a turma em dois blocos de 45 minutos com metade da turma para terem um melhor aproveitamento.

**Martim Ferreira.** A questão é que há muita confusão na aula, porque uns ligam o micro e depois pensam que estão com o micro desligado e isso perturba muita a aula.

**Diana Dias.** Para não haver tantas interrupções e para haver um bocadinho mais de rendimento na aula. Houve professores que fizeram isso e acabou por correr bem. Nas disciplinas práticas de educação visual também precisam de um acompanhamento no trabalho que estão a fazer e os professores optaram por fazer isso. Agora na matemática e nas ciências concretamente, eu acho que as falhas do ensino à distância é mesmo isso, é a dificuldade do

professor perceber o desespero do aluno quando não está a perceber a matéria e o professor continua a dar. Se o que está para trás não apanhou, depois não consegue acompanhar o resto. E o professor não deve conseguir a perceber se isso. E a ciências é mesmo acho que é o fascínio da parte prática das ciências que eles acabam por não adquirir. O Martim, trouxe as bases da professora Margarida e faz muito isso. Vai para o campo, que a professora Margarida faz muito isso, desde a primeira classe, e eu confirmo a 100%. Sempre que tem oportunidade vem para fora de aula, aproveitar o espaço que rodeia para aplicar, na prática, aquilo que está a ensinar. E eu acho que isso, para eles, na aprendizagem, corre muito bem. E prontos, na escola não deu para fazer isso, tentamos fazer nós, os pais. Vamos lá então para o terreno sempre que dava lá íamos nós para o terreno aplicar um bocadinho daquilo que se que se aprendeu. Não deu, não deu. Se calhar seria importante mudar, dividir os períodos de aula mais longos para períodos mais curtos e com menos alunos, para se conseguir ter uma melhor perceção do que se está a passar do outro lado do ecrã. Já nas aulas presenciais com 25 alunos, deve ser muito difícil porque há alunos de todos os níveis de aprendizagem - fracos, médios, bons, muito bons - e conseguir equilibrar ali tudo numa sala de aula não deve ser fácil. No ensino à distância isso deve-se tornar complicadíssimo! E os meninos que não estiverem identificados acabam por se perder muito facilmente. O ensino à distância causa ainda mais este distanciamento da aprendizagem dos alunos.

**APeDuC Revista.** E o Martim como é que o Martim sentiu isso?

**Martim Ferreira.** O que acontecia era que o professor perguntava “Entenderam?” e praticamente todos os meninos diziam que entendiam. Mas se fosse em aulas presenciais o professor podiam ver se eles respondiam, porque é só levantar o braço. Mas agora nas aulas online o professor não sabe se o micro dele não dá, ou se ele está a ter dificuldades e por isso não está a responder. Nas aulas presenciais é mais fácil saber se ele está com mais ou menos dificuldades. Nas aulas presenciais, com 24 num ecrã, o professor não vai conseguir olhar para a cara dos 24 e ver se estão ou não a entender a matéria. Em ciências, foi o que a minha mãe disse, faltou o prático. Em ciências era importante fazer experiências, mostrar plantas, mostrar pedras e aqui não dava porque, mesmo se o professor mostrasse, muitos meninos não saberiam como fixar para ver melhor, ou não conseguiam ver e nas aulas presenciais a professor podia mostrar no lugar e aqui não.

**Diana Dias.** Eu achei graça que, acho que foi mesmo na autoavaliação da disciplina de ciências precisamente, o professor perguntou: “o que é que melhorarias nas aulas no ensino à distância?”. E o que o Martim escreveu foi que ele achava que o professor devia de direcionar mais as perguntas para os alunos, ou seja, o professor faz favor pergunta para a turma e quem quiser responde. O Martim está sempre com a mão no ar. Mas o que ele achava é que o professor deveria pôr por número os alunos a responderem ou direcionar as questões para os alunos.

#### **Q4 - O que será necessário fazer no futuro próximo para se recuperar o entusiasmo e as aprendizagens em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

**Margarida Rodrigues.** Eu posso começar. Eu costumo dizer que temos de aproveitar o que temos. Há tanta oferta” Uma das coisas que o confinamento fez foi eu ter mais tempo para estar aqui sentada no computador a pesquisar e a procurar. Estou a lembrar-me do BiblioLab! Mas o BiblioLab é um exemplo. Se calhar procurar essas atividades, que são inovadoras e que vão de encontro às motivações e aos gostos deles, e que os põem a trabalhar sem eles perceberem que estão a trabalhar. Eles acham que é um jogo e ou uma brincadeira, mas estão a trabalhar e a aprender. Trabalhar os DAC o mais possível e tentar interligar tudo, de modo que tudo o que nós fazemos seja direcionado para o mesmo fim. Também é importante sair dos manuais, pois já chegou o período de ensino à distância. A indicação que nós tínhamos era “usem os manuais no ensino à distância para quando estiverem em casa”. É verdade que eu tinha cinco ou seis pais que não tinha fotocopiadora em casa, por isso eu até podia fazer uma coisa muito gira mas depois eles não tinham como imprimir. E então o ensino à distância caiu um bocadinho no “vamos trabalhar nos manuais!”. Então se calhar para os motivar, agora vamos sair dos manuais! Se calhar é isso! Lá está, pô-los a identificar e levantar problemas e a resolvê-los. Aproveitar coisas que eles apresentem, projetos que eles apresentem, e aproveitar tudo o que há à volta para trabalharmos um pouco.

**Rosário Queirós.** O que eu trazia era a utilização mais do jogo, do concreto e do sair realmente dos livros. Sair da sala de aula, vir para a sala de aula do exterior, para a Natureza, como a professora Margarida que está no projeto “A natureza é a melhor sala de aula”. Acho que se pode aprender imenso! Inclusive eu tenho optado, quando tenho que substituir professores, por trazer os alunos para fora da sala de aula. Eu tenho feito isso e acho que, já que estou no papel de professora de apoio, devo fazer essa parte porque provavelmente os professores não terão tanta oportunidade. Ainda ontem estive com duas turmas em simultâneo cá fora, numa aula ao ar livre, a falarmos de plantas autóctones, plantas exóticas e invasoras que havia por ali. Trabalhar um pouco essa vertente que por vezes escapa aos professores. E com isso também se trabalha a própria matemática. E temos que obrigatoriamente, é urgente, trabalhar mais a matemática mais prática, que diga algo aos alunos. Que se utilizem os computadores! Na internet há muito trabalho bom, que se pode aproveitar para que eles sejam motivados. Eu estive agora a fazer o tratamento da avaliação e o insucesso em matemática nunca foi tão grande como neste período. Não sei se é só do nosso Agrupamento, mas temo que seja geral, porque realmente é a área que exige mais prática por parte de alunos e do professor, e que a nível de ensino à distância não foi tão fácil. Por muitas bolinhas e molas de roupa que eu consiga arranjar, falta a manipulação de instrumentos básicos como ábacos, jogos e outros materiais matemáticos que nós temos cá, mas que eles não têm acesso em casa. Acho que é necessário para o futuro, nós reestruturarmos esta situação.

**Margarida Rodrigues.** Que eles gostem! O que importa é que eles gostem de matemática.

**Rosário Queirós.** Eles têm de gostar de matemática. E nestas alturas temos também de trabalhar um bocadinho com a informática, porque realmente o futuro são os computadores.

**Diana Dias.** Isto acaba por ser um pontapé de saída é uma questão de agora aproveitaram e explorarem, uma vez que agora toda a gente está um bocadinho virada para os computadores, era aproveitarem.

**Rosário Queirós.** Pois, daí eu ter dito antes que isto também tem aspetos positivos que nós devemos aproveitar.

**APeDuC Revista.** Martim, e tu, o que sugeres?

**Martim Ferreira.** Que os professores, principalmente os de ciências, vão todos lá para fora. Porque quando eu andava com a professora Margarida o estudo do meio era sempre lá fora.

**Margarida Rodrigues.** Olha, olha, que eu fico com a fama Martim!

**Diana Dias.** Mas é verdade!

**Martim Ferreira.** Com a professora Margarida, o estudo do meio era um recreio praticamente! Porque no estudo do meio ficávamos lá fora a cuidar do charco, ou a ir para o monte, ou a decalcar folhas, ou a fazer desenhos olhando para o céu ou para a floresta. E os professores, principalmente os de ciências, podiam ir mais com os alunos lá para fora mostrar como é a Natureza.

**Diana Dias.** Acaba por ser agora um bocadinho diferente agora. Uma outra escola e um espaço diferente. Se calhar terá de ser dentro da sala de aula. Mas com outro tipo de experiências, mais relacionado com o próprio dia a dia do aluno, para eles perceberem que o que estão a dar, se calhar é o que se passa por eles todos os dias. Para eles terem essa noção, de que aquilo que aprendem aplica-se na prática do dia-a-dia deles. Claro que isto obriga a haver materiais disponíveis nas próprias escolas, que também às vezes também não há essa disponibilidade. E eles agora também estão sempre na mesma sala de aula, isso não ajuda. No meu tempo, íamos ao laboratório para a parte específica dessas experiências. Eles agora estão sempre na mesma sala de aula, não há movimentação de salas. Mas é importante os professores tentarem aplicar na prática, no dia-a-dia deles, um bocadinho a matéria que estão a dar. Para eles terem um bocadinho mais de interesse por aquilo que estão a fazer. E não só teoria, teoria, teoria. Quem não tiver um bocadinho de gosto pela matemática e pelas ciências acaba completamente por não ficar motivado e não querer saber. Como dizia a Professora Rosário, já que estamos todos agora virados para a informática, aproveitar as muitas experiências e ideias que existem na internet para ajudar a cativar os alunos. Jogos, eles gostam de jogos de computador! Jogos em que aprendem a matemática e as ciências. É explorar um bocadinho essa vertente.

**APeDuC Revista.** Martim, queres acrescentar mais alguma coisa? Falaste nas Ciências, mas não na Matemática.

**Martim Ferreira.** Usar jogos! Mais uma vez, com a Professora Margarida, dávamos uma matéria nova e montávamos um jogo com essa matéria.

**Margarida Rodrigues.** Ainda tens os cartões dos aniversários Martim?

**Diana Dias.** Tem professora, e ainda não explicou a ninguém como é que faz aquilo!

**Margarida Rodrigues.** Nem explicas Martim, nem explicas!

**Diana Dias.** Ficamos todos de boca aberta a olhar para ele!

**Margarida Rodrigues.** É uma maneira ótima de trabalhar o cálculo, mas nunca explique a ninguém Martim! É magia!

**Diana Dias.** E por falar nisso Martim, o Professor não te inscreveu nuns jogos?

**Martim Ferreira.** Sim, amanhã vou fazer um concurso.

**Diana Dias.** Isto é por vontade própria deles, só se inscreve quem quer. Mas o professor já vai incentivando para esses jogos em que eles aprendem e reforçam a matéria que deram.

**Margarida Rodrigues.** Só um aparte, é importante eles perceberem que a matemática não é uma área ou uma disciplina. A Matemática é a nossa vida. Por exemplo, estou a pensar numa coisa tão simples quanto esta. Quando tínhamos a feira de São Martinho, eles estavam sempre ansiosos por chegar ao fim para contarem o dinheiro. Não era Martim?

**Martim Ferreira.** Era! Para contar as notas e as moedas!

**Margarida Rodrigues.** Medir no recreio. Vamos medir as redes. As grandezas. Na feira de São Martinho eles adoravam. O venderem, o darem trocos! Quando eu lá chegava estava tudo em saldo, mas eles adoravam! E depois o dinheiro espalhava-se na mesa e era toda a gente a contar o dinheiro. E lá está, quando se dá o dinheiro isso é uma boa estratégia. E é isso que eles têm de perceber. Que a matemática não é uma área: é a nossa vida. Ó Martim, lembraste como é que vocês aprenderam as horas? Eu nunca ensinei as horas! Na minha sala há sempre um relógio! E eles perguntam ou pedem coisas e eu digo, daqui a 5 ou daqui a 15 minutos. E quando chega a altura de trabalhar as horas, eles já as sabem. Eu pedia-lhes que pedissem em casa relógios analógicos! Não queria ninguém com relógios digitais! E isso é que eles precisam de perceber. Que a Matemática é a nossa vida. Nós temos de medir, temos de pesar...

**Diana Dias.** Professora, agora na pandemia, quem é que nos dá as previsões? E as estatísticas que nos dizem que podemos chegar brevemente à linha vermelha? É a Matemática!

**Margarida Rodrigues.** Que eles percebam que a matemática não é um bicho de sete cabeças. É só algo que eles usam e que podem usar para coisas sérias, para irem às compras, para dar o troco, para ajudarem a mãe a fazer um bolo, para fazer o dobro ou metade de uma receita, ou para fazerem um cartão mágico que dá para fazerem um brilharete nas festas de família e onde eles têm de trabalhar o cálculo mental.

**Martim Ferreira.** No primeiro período eu senti muita falta do relógio. Como eu estava habituado a ter sempre o relógio. E quando cheguei lá não tinha relógio.

**Margarida Rodrigues.** Ó Martim, tens de pedir um relógio para a sala.

**Diana Dias.** O professor pediu-lhes para fazerem um  $\pi$  e o Martim fez este  $\pi$  para perceber a lógica do  $\pi$ .

**Todos.** Que bonito! Parabéns, Martim! Está muito giro! Está mesmo giro!

**Diana Dias.** Os professores foram-lhes lançando assim desafios, para eles irem investigando e explorando.

**APeDuC Revista.** Podemos passar para a última pergunta? Embora já tenham mencionado aqui algumas informações que acabam por responder a esta pergunta, eu queria certificar-me que mencionaram tudo o que pensam sobre isso.

**Q5- Que oportunidades ou inovações interessantes para o ensino das Ciências, Matemática e Tecnologias identificou durante a pandemia?**

**Margarida Rodrigues.** Eu já referi aqui, que eu achei engraçado o envolvimento das famílias. Quando eu queria fazer algo com eles, mas não podia, lançava a proposta aos pais e isso foi muito giro! É mais fácil lançar uma proposta quando os pais veem o nosso trabalho e percebem, mais ou menos, como é que são os meandros da sala de aula. Lançar propostas, envolvendo as famílias nas atividades. Volto aqui a falar no BiblioLab. É importante aproveitar as propostas que existem, envolver as famílias nelas e partilhar. Eu acho que tudo o que nós fazemos não deve ficar só no caderno. Fazemos coisas giras então vamos divulgar! Eu tenho o blog há muitos anos, a escola tem o blog também. Não é para exibir...

**Rosário Queirós.** É para valorizar!

**Margarida Rodrigues.** É isso! Por exemplo, eles fazem um texto. Eu até dou os parabéns e valorizo na sala. Mas se o texto vai para um blog, eles gostam de ver, porque até mandam para a madrinha! Se mandamos para um concurso e o livro ou a história até sai num livro... “Ai que bom vamos comprar uma aventura”. Ó Martim, por falar nisso, temos que comprar este ano que está lá a nossa história! Vamos usar o blog para partilhar aquilo que nós fazemos: seja nas ciências, seja na matemática. Por exemplo, o Martim vai sair no fim de semana e vê qualquer coisa, um musgo ou um líquen, e tira uma fotografia. Tudo isso são aprendizagens! E eu acho que a partilha é muito importante! Mesmo muito importante! E acho que os pais perceberam isso! O enviar fotografias deles a fazerem bolas de sabão! Olha está ali o nosso boneco! O nosso boneco flat! Sim senhor Martim! Tu ainda tens o nosso boneco! Se queres tirar fotografias e não queres mostrar a tua cara, usas o boneco, tiras a fotografia e mandas para o blog. Por exemplo, embora a nossa turma tenha acabado no ano passado, o blog funcionou normalmente durante este último confinamento. Algumas meninas da turma do ano passado enviaram-me fotografias e eu continuo a colocar no blog. Mesmo já tendo saído da escola, elas enviam-me fotografias a perguntar, professora, o que é isto? E eu vejo e vou pôr no blog. E o blog continua a ter visitas. E pronto é isso que eu acho que a pandemia nos deu: vamos envolver as famílias, vamos partilhar e mostrar. Uma mãe fez um papagaio de papel? Ótimo! Partilhei e logo outras mães fizeram papagaios de papel! Uma mãe fez uma experiência com bolas de sabão? Outras mães fizeram experiências logo a seguir! E eu acho que isto é de aproveitar e usar mesmo fora da pandemia.

**Martim Ferreira.** Ó professora, aqui há dias, nós fomos andar a pé e eu vi uma flor que não sabia que tinha dentro e lembrei-me daquela câmara que você tinha no telemóvel para ver. Porque sempre que nós, sempre que saímos da escola ou para o recreio, aquela câmara estava sempre connosco! Qualquer coisa, qualquer curiosidade que não conseguimos ver, conseguíamos ver com aquela câmara mais de perto. E aqui há dias lembrei-me logo dela!

**Rosário Queirós.** Olha, este ano foi utilizada para ver os bichos-da-seda que estivemos a ver! Pareciam mortos, os mais pequeninhos, mas afinal com a câmara via-se que estavam muito bem vivos e a crescer.

Relativamente às ciências, tecnologias e matemática creio que era muito importante o reforço da utilização das plataformas digitais e das ferramentas que, com o ensino à distância, nós descobrimos. É urgente utilizá-las, já que foram descobertas, a própria *classroom* e as outras plataformas para fazer esta troca de trabalhos e o envio, tanto para o blog, como para a professora, acho que é uma mais mais-valia e que pode ajudar muito os alunos.

**Diana Dias.** Eu partilho da mesma opinião da Professora Rosário e da Professora Margarida. Já que fomos todos obrigados a adaptar as novas tecnologias para o ensino, acho que era importante manter. Manter por mês duas ou três aulas neste registo e continuar com o envio dos trabalhos, deste tipo de trabalhos. Não há possibilidade de ir para a escola? Mostrar aquilo que é feito em casa. E explorar mais as novas tecnologias na aprendizagem da matemática das ciências. E depois aquilo que já dissemos. Que é uma mais-valia e do interesse dos próprios alunos. Acho que os professores devem tentar explorar mais, já que todos, obrigatoriamente, tiveram que saber lidar com a informática. Devia-se aproveitar o arranque que já foi dado e dar continuidade.

**Martim Ferreira.** Era o que eu ia dizer também. Fazer, no mínimo, uma aula por mês online. Ou mandar trabalhos online de vez em quando para não perdermos o hábito. Porque se voltarmos, espero que não, mas se voltarmos para casa já estamos habituados e não vai ser uma novidade, como foi neste período.

**APEduC Revista.** E há mais alguma coisa que vocês queiram acrescentar e que eu não tenha ainda perguntado ou que achem importante?

**Rosário Queirós.** Não sei. Há alturas que me questiono um pouquinho sobre os programas da matemática. Não sei se eles estarão adequados aos nossos alunos. Para os bons alunos está! Mas para chegar ao grosso dos alunos, não sei. Se não haverá hipótese de repensar programas e conteúdos. Há aqui algo que nós temos que fazer para matemática, porque nós sabemos que normalmente é aquela que causa mais insucesso e desmotivação dos alunos e a matemática pode ser belíssima.

**Margarida Rodrigues.** Sobretudo quando, de 25 meninos, 12, quase metade, entra com 5 anos na escola.

**Rosário Queirós.** A falta de maturidade na matemática é muito importante e pode levar ao insucesso rapidamente e à desmotivação.

Nota: Depois de a **APEduC Revista** ter perguntado se alguém gostaria de acrescentar algo mais, todos responderam que não. A **APEduC Revista** agradeceu a oportunidade, simpatia e o entusiasmo dos participantes e todos manifestaram a sua alegria por terem participado neste diálogo.

**3. PARA SABER MAIS SOBRE ESTE AGRUPAMENTO:**

<http://www.agrupamentoescolassobreira.org/>

*TEM A PALAVRA... MARINA GUAZZELLI SOLIGO*

*GIVING THE FLOOR... MARINA GUAZZELLI SOLIGO*

*TIENE LA PALABRA... MARINA GUAZZELLI SOLIGO*

## 1. BREVE BIOGRAFIA

Marina Guazzeli Soligo é Vice-Diretora do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis-SC – Brasil. Graduada em Pedagogia pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP) e Doutora em Ensino de Ciências e Matemática (UNICSUL).

## 2. TEM A PALAVRA

**Q1 - Em que aspetos concretos a pandemia Covid 19 afetou o modo como se ensina, aprende ou organiza a atividade educativa ou a vida familiar para assegurar que a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica tivesse lugar?**

Penso que a relação que se estabeleceu da casa entrar na escola e da escola entrar na casa (em função do ensino remoto) afetou a vida de todos, quem aprende e quem ensina. O profissional da Educação precisou aprender a ensinar de uma forma totalmente nova para a Educação Básica. Algo muito desafiador como a relação interpessoal, que é muito importante para estudantes menores por conta das questões com o vínculo afetivo que influencia na aprendizagem. Também à distância (física), na qual os estudantes precisaram criar todo um aparato de disciplina e gestão do tempo/espço (estudo), para conseguir acompanhar as propostas (pedagógicas), no sentido de desenvolver a autonomia de aprendizagem para além do acompanhamento dos professores. Os estudantes passaram a ser ensinantes de si mesmo. A Covid-19 trouxe isto dos professores se colocarem no lugar de quem aprende a ensinar de outro jeito e os estudantes de vivenciar um lugar de ensinar a si mesmos. Se por um lado é positivo, também é desafiador e cansativo. Siar do lugar comum, em direção a algo tão desafiador.

## **Q2 - O que se fez para minimizar os efeitos da pandemia Covid 19 na Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

Do lugar de gestora, participei ativamente da formulação das propostas de implementação de atividades pedagógicas não presenciais nos três segmentos da Escola (Ensino Fundamental: Anos Iniciais e Anos Finais; Ensino Médio). Foram constituídos comissões e Grupos de Trabalho por segmento escolar para elaborar as propostas de ensino em cada segmento. Do ponto de vista institucional, foram realizadas várias reuniões para obtenção de recursos para que nenhum estudante fosse excluído da questão tecnológica (equipamentos e acesso à rede internet). Foi feito um acompanhamento para formação dos professores para o trabalho com ambientes virtuais (moodle) e de formação pedagógica (trabalho vinculado ao Departamento de Metodologia de Ensino/UFSC). Durante o mês inicial, houve estudos e planejamento anterior às atividades pedagógicas não presenciais.

Para além disso, a Direção vem incentivando e auxiliando, na medida do possível, o oferecimento de “cestas básicas” (alimentação às famílias em vulnerabilidade econômica e social por conta da Covid-19 e oferecendo auxílio na preservação da saúde do servidor, dos estudantes e suas famílias para evitar o adoecimento em função do tempo de exposição e do trabalho remoto.

## **Q3 - Que aspectos da Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica se evidenciaram como não sendo possíveis de resolver com um ensino remoto?**

Diz respeito às questões de laboratório, que exigem acompanhamento presencial. Talvez existam recursos do ponto de vista tecnológico que não são do meu conhecimento, pois não dou aulas especificamente de matemática. Acredito que, mesmo com o laboratório, existam recursos tecnológicos para isto, pois já tenho conhecimento de que existem. O que mais afeta é a questão relacional, a participação pessoal, pois por conta da superexposição à tela (computador ou celular) que age como um inibidor de participação dos estudantes. Não somente nesta área, mas nas demais também, que exigem a dimensão relacional presencial.

## **Q4 - O que será necessário fazer no futuro próximo para se recuperar o entusiasmo nas aprendizagens em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

Essa questão está ligada à anterior. Como percebo que a questão relacional é a mais afetada, quando retornarmos ao presencial (espero que não demore muito), o entusiasmo se recupera com essa volta. O modelo de atividades não presenciais é extremamente desgastante por que somos seres sociais que necessitam de relações e esta vivência do processo mostra que o virtual não dá conta desta dimensão humana, especialmente para os jovens e crianças que têm na escola o seu local de aprendizagem, não só dos conteúdos, mas também, de como se relacionar. No futuro próximo quando se der a volta, precisamos dar tempo aos estudantes para que reconstituam seus vínculos de amizade e relacionamento com os profissionais da escola.

**Q5- Que oportunidades ou inovações interessantes para o ensino das Ciências, Matemática e Tecnologias identificou durante a pandemia?**

Percebo que a questão relacional é a mais afetada, assim será preciso recuperar aspectos do trabalho em grupo, da solidariedade e da cooperação, do trabalho interdisciplinar e das parcerias (pedagógicas) como investimento interessante nesta área. Estes aspectos serão mobilizadores nas pessoas, por conta do isolamento forçado (pandemia). Tenho a esperança pedagógica que teremos um ganho neste campo da interdisciplinaridade, da cooperação e de um ajudar o outro; de professores e alunos estabelecerem uma relação mais horizontal na troca de saberes e conhecimentos.

Esta questão se relaciona com a anterior, com o entusiasmo no trabalho em grupo, a solidariedade e cooperação, o trabalho interdisciplinar e as parcerias representarão um investimento importante na área para mobilização das pessoas em resposta ao isolamento forçado.

*TEM A PALAVRA... LUCIO ELY RIBEIRO SILVÉRIO*

*GIVING THE FLOOR... LUCIO ELY RIBEIRO SILVÉRIO*

*TIENE LA PALABRA... LUCIO ELY RIBEIRO SILVÉRIO*

## 1. BREVE BIOGRAFIA

Lucio Ely Ribeiro Silvério – Professor recém aposentado de Biologia do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina, com mais de 35 anos de docência e formação de professores na Educação Básica (Ensino de Ciências e Biologia). Mestre e Doutor em Educação Científica e Tecnológica.

## 2. TEM A PALAVRA

**Q1 - Em que aspetos concretos a pandemia Covid 19 afetou o modo como se ensina, aprende ou organiza a atividade educativa ou a vida familiar para assegurar que a Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica tivesse lugar?**

Em tempo exíguo e sem prévio planejamento, fomos subvertidos à condição de profissionais virtuais. De repente, ensinar, aprender e organizar a atividade educativa se mostrou um processo ainda mais complexo do que rotineiramente já era. Articular as dimensões social, pedagógica e psicológica deste trabalho humano se revelou como um desafio que parecia (ainda parece) gigantesco demais, dado as condições de existência e desigualdade social de um país gigantesco e carente de distribuição equilibrada de recursos educacionais como o Brasil.

Na qualidade de docente, considero o fenômeno educacional profundamente enraizado na cultura, nos valores e, portanto, no modo de pensar e agir do seu povo. A Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias está imersa nesta realidade. Ao avaliar o impacto da pandemia, consideramos a substituição do ensino presencial pelo remoto e a qualidade das interações sociais neste contexto, gerando distanciamento entre estudantes e suas famílias com a escola e com seus mestres, o que afeta a qualidade de uma alfabetização científica e tecnológica mais inclusiva, justa e didaticamente equilibrada.

**Q2 - O que se fez para minimizar os efeitos da pandemia Covid 19 na Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

A partir das condições impostas pela situação, a escola tratou de discutir suas preocupações pedagógicas e sociais com as famílias, buscando formas de acesso à rede de internet; posse ou uso de computadores ou celulares compatíveis para intermediar as aulas e impressão de materiais didáticos para estudantes com dificuldades neste aspecto. Em paralelo, as disciplinas desta área de conhecimento propuseram um planejamento com objetivo de adaptar seus currículos a esse “novo tempo” virtual. A ideia central foi planejar, a partir da redução de danos, o aspecto didático e curricular em suas disciplinas. Com efeito, isto significou preparar e capacitar os professores, em curto espaço de tempo, para usar, administrar e adaptar recursos tecnológicos de mídia digital para o ensino e aprendizagem de seus conteúdos.

**Q3 - Que aspectos da Educação em Ciência, Matemática e Tecnológica se evidenciaram como não sendo possíveis de resolver com um ensino remoto?**

Evidentemente a falta das interações nos laboratórios de ensino foi um dos fatores que não pode ser substituído. Executar e desenvolver projetos naquele ambiente cheio de significados, manipular objetos, misturar substâncias, ver e criar hipóteses e relações a partir de experimentos aleatórios e dirigidos foram fatores que ainda não podemos estabelecer virtualmente.

**Q4 - O que será necessário fazer no futuro próximo para se recuperar o entusiasmo e as aprendizagens em Ciência, Matemática e Tecnológica?**

Resignificar grande parte dos currículos e metodologias da área, objetivando a interdisciplinaridade e o compromisso com uma alfabetização científica e tecnológica. Que este esforço permita compreender o mundo, os seres vivos e a tecnologia a volta dos estudantes como processos fundamentais para explicar a vida e transformá-la no seu cotidiano, para resignificar conhecimentos que embasam a cultura humana e adaptá-los à realidade local na solução de problemas e na busca de conquistas emancipatórias.

A ênfase na autonomia do estudante, no envolvimento com projetos diversificados que encontrem amparo em suas aspirações sociais e pessoais serão fatores decisivos na retomada de um ensino/aprendizagem que motivem o entusiasmo e a fascinação para as aprendizagens na área.

**Q5- Que oportunidades ou inovações interessantes para o ensino das Ciências, Matemática e Tecnologias identificou durante a pandemia?**

Embora este tempo de pandemia tenha se mostrado desgastante em função, especialmente, do isolamento social e pedagógico, em virtude dos encontros se restringirem ao ambiente virtual, algumas oportunidades didáticas merecem ser destacadas. Aponto, por

exemplo, a maior autonomia dos estudantes em pesquisas e maior criticidade em relação às fontes de informação na consulta de conteúdos curriculares.

Outro aspecto foi assumirem o papel de mediadores de conteúdo (papel de professores e avaliadores) na apresentação de trabalhos e temas conceituais, com grande desenvoltura no uso de recursos didáticos virtuais: programas e aplicativos para jogos, pesquisas e efeitos sonoros e visuais. Destaco como muito positivo, a possibilidade de visitas virtuais a museus e espaços culturais mundo afora e a consulta a bancos de dados em obras de arte e ciência. Estes aspectos, somados a maior autonomia dos estudantes, podem ser considerados ganhos no processo.

VOLUME 2 | NÚMERO 1

ABRIL 2021

*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

