

VOLUME 2 | NÚMERO 2

NOVEMBRO 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  
Miriam Méndez  
Núria Climent  
Ron Blonder  
Suzani Cassiani  
Xana Sá-Pinto

**EDITOR CONVIDADO | GUEST EDITOR**

Milton Rosa

Mais informação:

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

**EDIÇÃO | EDITION**

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

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

A gestão dos artigos é feita através da plataforma OJS.

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

Mais informação:

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

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

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

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

Patrícia Pessoa

**ISSN:** 2184-7436

**CONSELHO EDITORIAL | EDITORIAL BOARD**

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

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

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

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

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

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

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

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

**Christian Buty**, *Université 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*

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

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

† **Vitor Trindade**, *Universidade de Évora, Portugal*

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



APeDuC Revista/ APeDuC Journal (2021), 02(02),1-1



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

*PERIODICIDADE*

*FREQUENCY*

*PERIODICIDAD*

Publica dois números por ano:

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

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

---

Publish two issues per year:

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

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

---

Publica dos números al año:

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

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

**ÍNDICE**

TABLE OF CONTENTS

TABLA DE CONTENIDOS

Editorial	7
<b>Secção 1 - Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</b>	
<b>Section 1 - Research in Science, Mathematics and Technology Education</b>	
<b>Sección 1 - Investigación en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</b>	
<hr/>	
<i>Etnomatemática e o papel de Ubiratan D’Ambrosio: Contribuições para a Educação Matemática</i>	
Ethnomathematics and the role of Ubiratan D’ Ambrosio: Contributions to Mathematics Education	
Etnomatemáticas y el papel de Ubiratan D’Ambrosio: Contribuciones a la Educación Matemática	
<b>Milton Rosa</b>	13
<i>Future pasts &amp; present futures: a dialogue with Ubi, extending social justice in our post-anthropocene</i>	
Futuros passados e futuros presentes: um diálogo com Ubi, estendendo a justiça social no nosso pós-anthropoceno	
Futuros pasados y futuros presentes: un diálogo con Ubi, extendiendo la justicia social en nuestro post-anthropoceno	
<b>Peter Appelbaum &amp; Charoula Stathopoulou</b>	27
<i>Interfaces entre o programa etnomatemática e o modelo do conhecimento especializado do professor de matemática (MTSK)</i>	
Interfaces between the ethnomathematics program and the mathematics teacher’s specialized knowledge model (MTSK)	
Interfaces entre el programa etnomatemática y el modelo del conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK)	
<b>Renato Douglas Gomes Lorenzetto Ribeiro</b>	40
<i>Alfabetização Científica e Tecnológica: o caso de um curso técnico integrado em Eletrotécnica</i>	
Scientific and Technological Literacy: a case study of one integrated technical high school course in Eletrotechnology	
Alfabetización Científica y Tecnológica: el caso de un curso técnico integrado en Eletrotécnica	
<b>Elison Victor Braga da Silva, Marina Moraes Borges, Albino Oliveira Nunes &amp; Rosana Franzen Leite</b>	57

<i>Análise do Ensino de Ciências no período remoto: uma investigação junto aos professores brasileiros</i>	
Analysis of Science Teaching in the remote period: an investigation with brazilian teachers	
Análisis de la Enseñanza de las Ciencias en el período remoto: una investigación con profesores brasileños	
<b>Luciana Maria Estevam Marques, Brisa Gama Jungo &amp; Estéfano Vizconde Veraszto</b>	73
<i>Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o ensino de Química: publicações em periódicos de 2016 a 2021</i>	
Digital Information and Communication Technologies for Chemistry teaching: publications in journals from 2016 to 2021	
Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación para la enseñanza de la Química: publicaciones en revistas de 2016 a 2021	
<b>Marcelo Lambach &amp; Giuliane Alfonso Lomas</b>	87
<i>Storytelling based on the History of Science as an effective educational tool – application in real classroom settings</i>	
Contar histórias com base na História da Ciência como uma ferramenta educativa eficaz - aplicação em ambientes de sala de aula reais	
La narración basada en la Historia de la Ciencia como herramienta educativa eficaz - aplicación en aula real	
<b>Nausica Kapsala &amp; Evangelia Mavrikaki</b>	104
<b>Seção 2 - Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</b>	
<b>Section 2 - Practices in Science, Mathematics and Technology Education</b>	
<b>Sección 2 - Prácticas en Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</b>	122
<i>Uma sequência de Ensino e Aprendizagem para abordagem de conceitos básicos da Física quântica no ensino médio</i>	
A Teaching and Learning sequence for approaching basic concepts of quantum Physics in high school	
Una secuencia de Enseñanza y Aprendizaje para abordar los conceptos básicos de la Física cuántica en la escuela secundaria	
<b>Ana Márcia Lopes Pereira &amp; Maxwell Roger da Purificação Siqueira</b>	124
<i>A Eugenia como temática para discussão da Natureza da Ciência na formação superior em Ciências Biológicas</i>	
Eugenics as a theme for discussion of the Nature of Science in higher education in Biological Sciences	
La Eugenesia como tema de discusión sobre la Naturaleza de la Ciencia en la educación superior en Ciencias Biológicas	
<b>Angelo Tenfen Nicoladeli &amp; Mariana Brasil Ramos</b>	139
<i>Uncovering Ethnomathematics in cultural artefacts through cultural project-based learning approach</i>	
Descobriendo a Etnomatemática em artefatos culturais através da abordagem de aprendizagem baseada em projetos culturais	
Descubriendo la Etnomatemática en artefactos culturales a través de un enfoque de aprendizaje basado en proyectos culturales	
<b>Jaya Bishnu Pradhan &amp; Daniel Clark Orey</b>	154

<b>Secção 3 - Articulação entre Investigação &amp; Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia</b>	
<i>Section 3 - Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education</i>	
<i>Sección 3 - Relación entre la Investigación y la Práctica en la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología</i>	
	167
<hr/>	
<i>Ciências da Sustentabilidade versus Ciências para a Sustentabilidade: desafios à investigação e à prática</i>	
Sustainability Science versus Science for Sustainability: challenges to research and practice	
Ciencia de la Sostenibilidad frente a Ciencia para la Sostenibilidad: retos para la investigación y la práctica	
<i>Cecília Galvão, Luís F. Goulão, Luis Calafate, Ilídio André Costa, Carla Morais, J. Bernardino Lopes</i>	169
<b>Secção 4 – Recensões Críticas</b>	
<i>Section 4 – Critical Reviews</i>	
<i>Sección 4 – Reseñas Críticas</i>	
	199
<hr/>	
<i>Recensão Crítica de “The Precipice - Existential Risk and The Future of Humanity” (2020) de Toby Ord</i>	
Critical Review of “The Precipice - Existential Risk and The Future of Humanity” (2020) by Toby Ord	
Reseña Crítica de “The Precipice - Existential Risk and The Future of Humanity” (2020) de Toby Ord	
<i>J. Bernardino Lopes</i>	201
<i>Recensão Crítica de “My Remarkable Journey” (2021) de Katherine Jonhson</i>	
Critical Review of “My Remarkable Journey” (2021) by Katherine Jonhson	
Reseña Crítica de “My Remarkable Journey” (2021) por Katherine Johnson	
<i>Luciano Moreira</i>	204
<i>Reseña Crítica de “Educación Y Participación Para Una Sociedad Inclusiva” (2020) de Gustavo García y otros</i>	
Critical Review of “Educación Y Participación Para Una Sociedad Inclusiva” (2020) by Gustavo García and others	
Recensão Crítica de “Educación Y Participación Para Una Sociedad Inclusiva” (2020) de Gustavo García e outros	
<i>Vicente de Jesús Fernández Mora</i>	206
<i>Recensão Crítica de “Ubiratan D’Ambrosio: Memórias Esparsas Em Movimento” (2020) de Ana Baptista</i>	
Critical Review of “Ubiratan D’Ambrosio: Memórias Esparsas Em Movimento” (2020) by Ana Baptista	
Reseña Crítica de “Ubiratan D’Ambrosio: Memórias Esparsas Em Movimento” (2020) de Ana Baptista	
<i>Aline Andréia Nicolli &amp; Itamar Miranda da Silva</i>	208

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

216

*Giving the floor to ... Kostas Kampourakis in a tribute to Norman George Lederman: a Passionate Pioneer*

Tem a palavra... Kostas Kampourakis num tributo a Norman George Lederman: um Pioneiro Apaixonado

Tiene la palabra... Kostas Kampourakis en homenaje a Norman George Lederman: un Pionero Apasionado

218

*Tem a palavra... Jorge Bonito num tributo a Vítor Trindade*

Giving the floor to... Jorge Bonito in a tribute to Vítor Trindade

Tiene la palabra... Jorge Bonito en homenaje a Vítor Trindade

220

*Giving the floor to ... Wilfredo Vidal Alanguí in a tribute to Ubiratan D'Ambrosio*

Tem a palavra... Wilfredo Vidal Alanguí num tributo a Ubiratan D'Ambrosio

Tiene la palabra... Wilfredo Vidal Alanguí en homenaje a Ubiratan D'Ambrosio

224

*Tem a palavra... Pedro Palhares num tributo a Ubiratan D'Ambrosio*

Giving the floor to... Pedro Palhares in a tribute to Ubiratan D'Ambrosio

Tiene la palabra... Pedro Palhares en homenaje a Ubiratan D'Ambrosio

227

*Tiene la palabra... María Luisa Oliveras en homenaje a Ubiratan D'Ambrosio*

Tem a palavra... María Luisa Oliveras num tributo a Ubiratan D'Ambrosio

Giving the floor to... María Luisa Oliveras in a tribute to Ubiratan D'Ambrosio

229

*Giving the floor to... Tod Shockey in a tribute to Ubiratan D'Ambrosio*

Tem a palavra... Tod Shockey num tributo a Ubiratan D'Ambrosio

Tiene la palabra... Tod Shockey en homenaje a Ubiratan D'Ambrosio

235

## EDITORIAL

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

A **APEDuC Revista** embora sendo ainda uma revista nascente tem uma identidade própria assumida desde o início pela equipa editorial e reconhecida pelos seus leitores e autores. Foca-se na Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Desde sempre, procurou consignar o mesmo estatuto editorial à investigação e às práticas educativas visando o avanço da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. Põe em diálogo a investigação e a prática procurando abrir novos horizontes, quer para a investigação quer para a prática educativa, quer ainda para uma possível, desejável e necessária transdisciplinaridade que traga conhecimento novo.

A **APEDuC Revista** tem um carácter internacional desde o início que se reflete no seu corpo editorial, nos autores e artigos que publica, bem como nas suas redes de divulgação, não só em Portugal, mas também em Espanha e no Brasil.

A **APEDuC Revista**, enquanto publicação científico-didática da Associação Portuguesa de Educação em Ciências, teve o privilégio de, na sua curta história de existência, ter tido no seu corpo editorial nomes que marcaram a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia e que já não estão entre nós: Ubiratan D'Ambrosio, Norman G. Lederman e Vítor Trindade. Na **Secção 5** deste número presta-se uma homenagem a estas três grandes personalidades do nosso tempo, através da publicação de textos de Académicos que tiveram a oportunidade de lidar de perto e

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

**APEDuC Journal**, although it is still a nascent journal, has its own identity assumed since the beginning by the editorial team and recognized by its readers and authors. It focuses on Science, Mathematics, and Technology Education. Since always, it has tried to give the same editorial status to research and educational practices aiming at the advancement of Science, Mathematics, and Technology Education. It puts research and practice in dialogue, seeking to open new horizons, both for research and for educational practice, as well as for a possible, desirable, and necessary transdisciplinarity that brings new knowledge.

**APEDuC Journal** has had an international character since the beginning that is reflected in its editorial board, in the authors and papers it publishes, as well as in its dissemination networks, not only in Portugal but also in Spain and Brazil.

**APEDuC Journal**, as a scientific-didactic publication of the Portuguese Association for Education in Sciences, had the privilege, in its short history of existence, to have had in its editorial board names who marked Science, Mathematics and Technology Education and who are no longer among us: Ubiratan D'Ambrosio, Norman G. Lederman, and Vítor Trindade. In **Section 5** of this issue, we pay tribute to these three great personalities of our time by publishing texts by academics who had the opportunity to deal closely and

colaborar com estes professores e investigadores tão singulares.

Este número da *APeDuC Revista* dá uma atenção especial à transdisciplinaridade convocando para a **Secção 3** o caso concreto de uma investigação de sucesso sobre como a transdisciplinaridade pode ser construída e integrar o currículo de um curso de doutoramento da Universidade de Lisboa. Foram convidados, pelos editores, dois dos autores dessa investigação e mais dois professores dos ensinos básico/secundário e ensino superior. Todos participaram numa mesa redonda para discutir e aprofundar a investigação relatada num artigo que serviu de mote para esta partilha de experiências, sucessos, dúvidas e indagações. Adicionalmente, olhares e perspetivas diferentes tentaram articular a investigação e a prática educativa em torno do desiderato central da sustentabilidade e do que há a fazer para que, no quadro da Agenda 2030, os intentos de uma sociedade globalmente mais sustentável se concretizem de forma mais efetiva.

Damos destaque especial ao contributo, reconhecido no mundo inteiro, que Ubiratan D'Ambrosio deu à Educação Matemática. Para tal, temos o privilégio de contar com Milton Rosa como Editor Convidado deste número. Foi da sua responsabilidade o convite e acompanhamento editorial dos primeiros três artigos para a **Secção 1**, do último artigo para a **Secção 2**, bem como o convite de personalidades, espalhadas pelo mundo, para tomarem a palavra na **Secção 5**. As referidas publicações integram-se no âmbito do tributo a Ubiratan D'Ambrosio.

Como nos diz Milton Rosa, Ubiratan D'Ambrosio, em sua vida pessoal, profissional e académica, sempre abordou a questão da Paz em suas múltiplas dimensões, como, por exemplo, a Paz Interior, a Paz Social, a Paz Ambiental e a Paz Militar, sendo que o seu pressuposto é que a humanidade deseja a Paz Total.

Para D'Ambrosio, os últimos acontecimentos mundiais, como, por exemplo, a crise pandémica da COVID-19, mostra que a Matemática e a Paz se relacionam, pois a humanidade construiu um corpo de conhecimentos científicos, matemáticos

collaborate with these unique teachers and researchers.

This issue of *APeDuC Journal* gives special attention to transdisciplinarity, asking to **Section 3** the case of successful research on how transdisciplinarity can be built and integrate the curriculum of a doctoral course at the University of Lisbon. Two of the authors of this research were invited by the editors, and two other professors from primary /secondary and higher education. They all participated in a round table to discuss and deepen the research reported in a paper that served as the motto for this sharing of experiences, successes, doubts, and questions. Additionally, different perspectives tried to articulate the research and educational practice around the central desideratum of sustainability and what needs to be done so with the intention of a more effective sustainable society in the framework of the 2030 Agenda.

We give special emphasis to the contribution, recognized worldwide, that Ubiratan D'Ambrosio gave to Mathematics Education. To this end, we are privileged to have Milton Rosa as Guest Editor of this issue. He was responsible for the invitation and editorial supervision of the first three articles for **Section 1**, the last article for **Section 2**, as well as the invitation of personalities from all over the world to speak in Section 5. These publications are part of the tribute to Ubiratan D'Ambrosio.

As Milton Rosa tells us, Ubiratan D'Ambrosio, in his personal, professional, and academic life, has always addressed the issue of Peace in its multiple dimensions, such as Inner Peace, Social Peace, Environmental Peace, and Military Peace, and his assumption is that humanity desires Total Peace.

For D'Ambrosio, the latest world events, such as, for example, the pandemic crisis of COVID-19, show that Mathematics and Peace are related because humanity has built a body of scientific, mathematical, and

e tecnológicos que podem auxiliar na resolução dos problemas enfrentados no cotidiano. Esse empreendimento pode ser ofuscado pelo fato de que a humanidade possa ter se distanciado da Paz Total, pois o negacionismo da ciência, a destruição ambiental e a negligência com a saúde, a economia e, principalmente, a democracia, pode colocar a sobrevivência e a transcendência da humanidade em risco. Assim, D'Ambrosio afirmava que para buscar a Paz, não basta fazer uma boa Matemática, pois é importante fazer uma Matemática impregnada de valores éticos e humanitários.

Os pesquisadores convidados para a homenagem proposta neste número, conheceram e/ou trabalharam com D'Ambrosio e os seus pressupostos, tendo consciência de que o paradigma sociocultural dominante, que é o responsável pela desigualdade e exclusão, bem como pela injustiça e opressão. O paradigma está sendo questionado, na busca uma visão de mundo que procura valorizar e respeitar a diversidade ao promover uma vida digna para a humanidade.

Consequentemente, atingir a Paz Total é a única justificativa de qualquer esforço para o avanço científico, matemático e tecnológico, que deve ser o substrato do discurso educacional. Desse modo, a busca pela Paz Total proposta por D'Ambrosio tem tudo a ver com essa homenagem especial.

Assim, neste número *destaca-se*:

**Na Seção 1, Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, são publicados três artigos convidados de autores do Brasil, Estados Unidos e Grécia em que a etnomatemática, de que Ubiratan D'Ambrosio é pioneiro, é central. Salienta-se a natureza interdisciplinar das investigações apresentadas e a preocupação em rasgar fronteiras.

Os quatro artigos seguintes são assinados por autores do Brasil e da Grécia. O primeiro artigo deste conjunto apresenta um estudo sobre a alfabetização científica e tecnológica no contexto

technological knowledge that can assist in solving the problems faced in everyday life. This endeavor may be overshadowed by the fact that humanity may have moved away from Total Peace, as the denialism of science, environmental destruction, and neglect of health, economy, and especially democracy may put the survival and transcendence of humanity at risk. Thus, D'Ambrosio stated that to search for Peace, it is not enough to do good Mathematics. It is important to do Mathematics impregnated with ethical and humanitarian values.

The researchers invited for the tribute proposed in this issue knew and/or worked with D'Ambrosio and his assumptions, being aware that the dominant socio-cultural paradigm, which is responsible for inequality and exclusion, and injustice and oppression. The paradigm is being questioned in searching for a worldview that seeks to value and respect diversity by promoting a dignified life for humanity.

Consequently, achieving Total Peace is the only justification for any effort towards scientific, mathematical, and technological advancement, which should be the substratum of the educational discourse. In this way, the quest for Total Peace proposed by D'Ambrosio has everything to do with this special tribute.

Thus, in this issue, we highlight:

**In Section 1, Research in Science, Mathematics and Technology Education**, three invited papers by authors from Brazil, the United States, and Greece are published in ethnomathematics, of which Ubiratan D'Ambrosio is a pioneer, is central. The interdisciplinary nature of the research presented and the concern to tear down borders are highlighted.

Authors from Brazil and Greece sign the following four articles. The first paper of this set presents a study on scientific and technological literacy in the context of an integrated technical course in electrical engineering. The second one

de um curso técnico integrado em eletrotécnica. O segundo, apresenta-se um estudo do Ensino de Ciências, por professores brasileiros, no período remoto. O terceiro investiga o uso das tecnologias digitais para o ensino de Química. O quarto artigo investiga as opiniões dos alunos do ensino secundário sobre a abordagem de ensino com *storytelling* baseado na História da Ciência.

**Na Seção 2, Relatos de Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia,** são publicados três artigos de autores do Brasil e do Nepal. No primeiro artigo, relata-se uma sequência de ensino e aprendizagem para abordagem de conceitos básicos da Física quântica no ensino médio. No segundo artigo relata-se o uso da Eugenia para a discussão da natureza da ciência na formação superior em Ciências Biológicas. No terceiro artigo apresenta-se uma abordagem de aprendizagem baseada em projetos culturais para a etnomatemática.

**Na Seção 3, articulação entre Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia,** é transcrita a mesa redonda acima referida. A não perder!

**Na Seção 4** são apresentadas resenhas de livros muito interessantes para se ler e para se estabelecer ligações com a Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

**Na Seção 5** é dada a palavra a protagonistas da Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia no contexto dos tributos a U. D'Ambrosio, V. Trindade e N. Lederman.

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

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

presents a study of Science Teaching, by Brazilian teachers, in the remote period. The third investigates the use of digital technologies for teaching Chemistry. The fourth article examines the views of secondary school students on the teaching approach with *storytelling* based on the History of Science.

**In Section 2, Practices in Science, Mathematics and Technology Education,** three articles by authors from Brazil and Nepal are published. The first article reports a teaching and learning sequence for approaching basic concepts of quantum physics in high school. The second article reports on Eugenics to discuss the nature of science in higher education in Biological Sciences. The third article presents a cultural project-based learning approach to ethnomathematics.

**In Section 3, Articulation between Research and Practices in Science, Mathematics, and Technology Education,** the round table mentioned above is transcribed. Not to be missed!

**Section 4** reviews fascinating books to read and establish links with Science, Mathematics and Technology Education.

**In Section 5,** we give the floor to protagonists of Science, Mathematics, and Technology Education in the context of tributes to U. D'Ambrosio, V. Trindade, and N. Lederman.

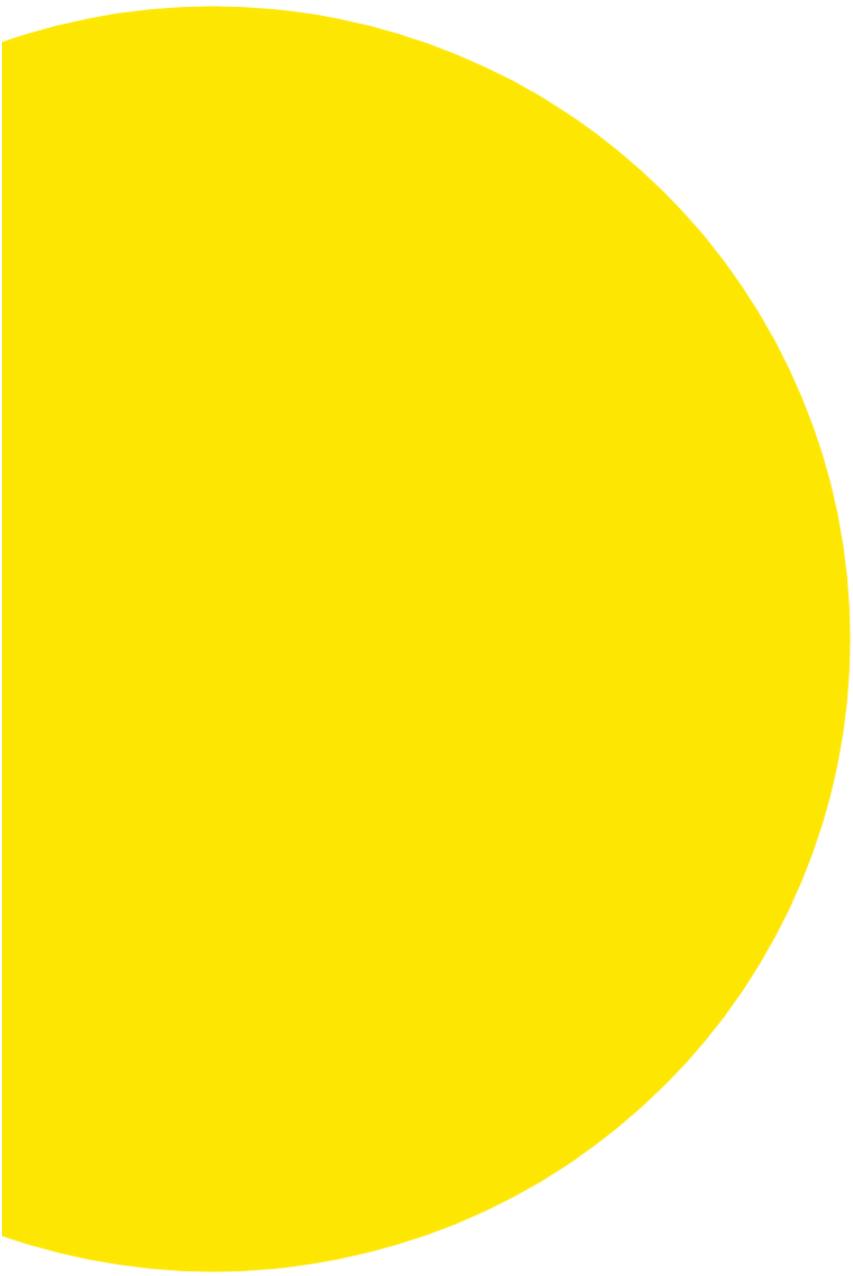
***APEduC Journal*** continues to receive submissions for Sections 1 and 2 and deserves the confidence of all involved, authors, reviewers, editorial board members, and readers. Many thanks to all.

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

J. Bernardino Lopes  
Diretor | Editor

Milton Rosa  
Editor Convidado

Carla Morais  
Editora Assistente



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.

## ETNOMATEMÁTICA E O PAPEL DE UBIRATAN D'AMBROSIO: CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

ETHNOMATHEMATICS AND THE ROLE OF UBIRATAN D'AMBROSIO: CONTRIBUTIONS TO MATHEMATICS EDUCATION

ETNOMATEMÁTICAS Y EL PAPEL DE UBIRATAN D'AMBROSIO: CONTRIBUCIONES A LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

**Milton Rosa**

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
milton.rosa@ufop.edu.br

**RESUMO** | As produções dambrosianas promoveram interações entre as diferentes classes sociais ao valorizar e respeitar a diversidade do conhecimento matemático desenvolvido localmente em contextos distintos. Nessa perspectiva, a preocupação de D'Ambrosio com o bem-estar dos membros de grupos culturais distintos, nacional e internacionalmente e, também, com a preservação dos recursos naturais e culturais, pode ser sintetizada como Paz total em suas várias dimensões. Essa abordagem é essencial para a construção de uma civilização planetária que rejeita a desigualdade, a arrogância e o preconceito, que violam essas dimensões da paz. Assim, este artigo objetiva mostrar o papel de D'Ambrosio e as suas contribuições para o desenvolvimento da Etnomatemática e da Educação Matemática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contribuições, Educação Matemática, Etnomatemática, Programa, Ubiratan D'Ambrosio.

**ABSTRACT** | This article aims to show the role of D'Ambrosio and his contributions to the development of ethnomathematics and mathematics education. The work of Ubiratan D'Ambrosio promotes interactions between different social classes by valuing and respecting the diversity of mathematical knowledge that is developed locally in different contexts. In this perspective, D'Ambrosio's concern with the well-being of members of different cultural groups, both nationally and internationally, and also with the preservation of natural and cultural resources, can be summarized as peace found within its various dimensions. This approach is essential for building a planetary civilization that rejects the inequality, arrogance and the prejudices that violate these dimensions of peace.

**KEYWORDS:** Contributions, Mathematics Education, Ethnomathematics, Program, Ubiratan D'Ambrosio.

**RESUMEN** | Las producciones dambrosianas promovieron interacciones entre diferentes clases sociales al valorar y respetar la diversidad del conocimiento matemático desarrollado localmente en diferentes contextos. En esta perspectiva, la preocupación de D'Ambrosio por el bienestar de los miembros de diferentes grupos culturales, a nivel nacional e internacional, y también por la preservación de los recursos naturales y culturales, se puede resumir en la Paz total en sus diversas dimensiones. Este enfoque es fundamental para construir una civilización planetaria que rechace la desigualdad, la arrogancia y los prejuicios que violan estas dimensiones de la paz. Así, este artículo tiene como objetivo mostrar el papel de D'Ambrosio y sus contribuciones al desarrollo de las Etnomatemáticas y de la Educación Matemática.

**PALABRAS CLAVE:** Contribuciones, Matemática Educativa, Etnomatemáticas, Programa, Ubiratan D'Ambrosio.

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A história de vida de Ubiratan D'Ambrosio representa muitas facetas, cada uma das quais contém histórias a serem reveladas, gradualmente, através dos olhos de historiadores, educadores, pesquisadores e de seus ex-colegas, amigos, alunos e ex-alunos. A sua história também revela a maneira como D'Ambrosio exibiu as suas brilhantes lições de vida. Em meus encontros em congressos e eventos nacionais e internacionais relacionados com a Educação Matemática, bem como em minhas valiosas conversas durante as refeições com D'Ambrosio e a sua esposa Maria José, em seu apartamento em São Paulo, a riqueza de sua história de vida foi revelada. O compartilhamento de seus pensamentos e de suas memórias, possibilitou um acompanhamento de sua trajetória pessoal, profissional e acadêmica e, também, de suas contribuições para os campos social, cultural e político da Educação e da Educação Matemática.

Em geral, as contribuições nacionais e internacionais de D'Ambrosio para o desenvolvimento da Educação e da Educação Matemática estão relacionadas, principalmente, *com o desenvolvimento do Programa Etnomatemática e da valorização de conhecimentos matemáticos* direcionados para a paz, que têm como objetivo a busca da justiça social. Desse modo, o fato de estar próximo de um dos mais importantes e influentes educadores matemáticos dos séculos XX e XXI foi um privilégio, principalmente, em relação à sua orientação, ao seu cuidado e ao seu apoio e incentivo para os educadores e pesquisadores que, por meio de suas investigações direcionadas para as questões sociais, políticas, econômicas e ambientais, nos conscientizaram sobre a importância da valorização e do respeito com relação às características socioculturais da Matemática.

Assim, as produções dambrosianas promoveram interações entre as diferentes classes sociais ao valorizar e respeitar a diversidade do conhecimento matemático desenvolvido localmente em contextos diversos. Nessa perspectiva, a preocupação de D'Ambrosio (2007) com o bem-estar dos membros de grupos culturais distintos, nacional e internacionalmente e, também, com a preservação dos recursos naturais e patrimônios culturais, pode ser sintetizada como *Paz* em suas várias dimensões, como, por exemplo, a *paz interior*, a *paz social*, a *paz ambiental*, a *paz política* e a *paz militar*, que se direcionam para a promoção da *paz total*. De acordo com D'Ambrosio (1998), essa abordagem é essencial para o desenvolvimento de uma civilização que rejeita a desigualdade, a arrogância e o preconceito, que são consideradas como violações dessas dimensões da *paz total*.

## 2. MINHAS RELAÇÕES PESSOAIS COM UBIRATAN D'AMBROSIO

As minhas relações pessoais com D'Ambrosio, nos últimos 25 anos, auxiliou-me na compreensão de seu papel como pessoa, profissional, acadêmico e educador nos campos da Educação e da Educação Matemática e, também, sobre o seu papel no desenvolvimento da Etnomatemática como um programa, cuja filosofia cumpriu os seus compromissos com uma ordem social mais justa e com mais dignidade e qualidade de vida para a humanidade. Assim, os acontecimentos que compartilho neste artigo se referem ao nosso tempo juntos que, durante esse período, propiciou o aumento de minha admiração por D'Ambrosio, que possibilitou a minha participação constante em sua vida pessoal, profissional e acadêmica, que

compartilhamos em projetos de cooperação e em congressos e eventos nacionais e internacionais.

### **2.1. D'Ambrosio e Rosa: o início de uma amizade duradoura...**

Em 1996, quando eu lecionava Matemática em uma escola pública em Amparo, no interior do estado de São Paulo, Brasil, a nossa biblioteca escolar recebeu novos livros do governo estadual e estava disponibilizando alguns desses volumes para os professores. Esses livros foram colocados sobre a mesa da sala dos professores e uma dessas produções se intitulava: *Etnomatemática: Arte ou técnica de explicar e conhecer*, escrito por D'Ambrosio, em 1990. Assim, interessei-me por esse livro, lendo-o em menos de 2 (duas) horas, sendo que, posteriormente, procurei aplicar algumas ideias sobre a sua ação pedagógica em sala de aula com os meus alunos, no estado de São Paulo e, posteriormente, na Califórnia.

Em 1998, ingressei em um *Curso de Especialização em Educação Matemática*, na *Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCAMP)*, em *Etnomatemática e Modelagem Matemática*, promovido por Ubiratan D'Ambrosio, Geraldo Pompeu e Rodney Bassanezi, entre outros. Nesse curso, D'Ambrosio foi o meu professor ao ministrar a disciplina de *História da Matemática*. Naquela época, conversamos sobre o seu livro e, também, sobre Etnomatemática e, em seguida, trocamos algumas ideias para o desenvolvimento de uma ação pedagógica que eu pudesse desenvolver em minhas salas de aula.

No transcorrer desse Curso, D'Ambrosio apresentou-me para Daniel Clark Orey, que estava atuando como bolsista *Fulbright* em *Etnomatemática e Modelagem Matemática*, na PUCAMP, durante o segundo semestre de 1998. Em 1999, com o auxílio de Prof. Orey, fui convidado para participar de um *Programa de Intercâmbio para Professores de Matemática*, patrocinado pela *Secretaria de Educação da Califórnia*, Estados Unidos, de setembro de 1999 a janeiro de 2011. Nesse período, leiconei Matemática em uma escola pública de Ensino Médio em Sacramento, capital da Califórnia, principalmente, para alunos imigrantes, que eram refugiados e perseguidos politicamente e, também, por questões religiosas.

Em 2000, terminei o mestrado em *Educação Matemática*, na *California State University*, cuja definição da problemática desse estudo estava relacionada com a oferta de um currículo matemático fundamentado na Etnomatemática e nas perspectivas socioculturais e sociocríticas da Modelagem Matemática para alunos imigrantes na Califórnia. Durante esse período, troquei várias ideias, mensagens e emails com D'Ambrosio, que estavam relacionadas com o desenvolvimento desse currículo matemático na perspectiva etnomatemática. Destaco que D'Ambrosio foi o leitor externo dessa dissertação, cuja parecer foi dado como: *Exquisite investigation*<sup>1</sup>.

Em 2002, enquanto residia e trabalhava na Califórnia, auxiliei na organização do evento intitulado: *Super with Ubi D'Ambrosio*, promovido pela *University of California*, em Davis, nos Estados Unidos, quando da estadia de D'Ambrosio em nossa casa em Sacramento, por 10 dias. Nesse período, D'Ambrosio palestrou em escolas e universidades, visitou a escola em que trabalhei e conversou com os meus alunos imigrantes em diferentes idiomas.

---

<sup>1</sup>Tradução para o Português: Investigação excelente, requintada.

Durante o período em que residi e trabalhei na Califórnia, encontrei Ubi em vários congressos e conferências nos Estados Unidos, bem como no Brasil quando visitava a minha família durante as férias. Então, colaboramos na redação de artigos e capítulos de livros, bem como na realização de várias entrevistas. Quando em férias, no Brasil, nos encontrávamos em São Paulo, em seu apartamento, com a sua esposa Maria José, para almoços, cafés e jantares, nos quais conversávamos sobre a vida, política e Educação Matemática, bem como sobre as nossas famílias, os nossos amigos e, claro, sobre a Etnomatemática.

Em 2010, terminei o doutorado em Educação e Liderança Educacional, na *California State University*, em Sacramento, na Califórnia, Estados Unidos, que possibilitou o desenvolvimento de meus estudos com relação à influência da língua e da cultura na evolução dos *saberes e fazeres* matemáticos locais, bem como do conhecimento matemático escolar de alunos imigrantes, que eram *aprendizes de língua inglesa*<sup>2</sup>, em uma perspectiva etnomatemática, de acordo com as percepções dos líderes (diretores e vicediretores) das escolas de Ensino Médio de um distrito escolar em Sacramento.

Durante a minha estadia nos Estados, durante 11 anos e, após o meu retorno ao Brasil, em fevereiro de 2011, para iniciar o trabalho docente e investigativo na *Universidade Federal de Ouro Preto*, continuei a trocar ideias, mensagens e emails com D'Ambrosio sobre a Etnomatemática e a sua influência no processo de ensino e aprendizagem em Matemática de alunos provenientes de grupos culturais minoritários, bem como em relação ao desenvolvimento da Etnomodelagem e da Insubordinação Criativa nesse contexto sociocultural. Assim, as visitas, os cafés, os almoços e os jantares no apartamento de D'Ambrosio, em São Paulo, com a sua esposa Maria, José foram constantes, salutares e relevantes para a minha formação como um profissional da Educação, como professor, como educador e, também, como investigador.

### 3. VIDA PROFISSIONAL E ACADÊMICA DE UBIRATAN D'AMBROSIO

A história de vida de Ubiratan D'Ambrosio<sup>3</sup> traz uma reflexão sobre a Educação e a Educação Matemática, que foi desenvolvida no Brasil e internacionalmente. Assim, iniciando essa história, em 1951, D'Ambrosio ingressou na *Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras*, da *Universidade de São Paulo* (USP), na qual cursou o *Bacharelado em Matemática*. No 3º ano de seus estudos, D'Ambrosio começou a lecionar nos Ensinos Fundamental e Médio em cursos clássicos e científicos. Depois de formado, em 1954, D'Ambrosio também lecionou na *Pontifícia Universidade Católica de Campinas* (PUCAMP), sendo que, em 1955, concluiu o *Curso de Licenciatura em Matemática*, na mesma Faculdade da USP.

Em 1958, D'Ambrosio tornou-se instrutor em tempo integral da *Escola de Engenharia de São Carlos* (EESC), da USP, sendo que, em 1961, ele foi transferido da EESC para a *Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras*, de Rio Claro, no estado de São Paulo, pertencente ao *Departamento de Educação*, onde ministrou as disciplinas de: *Álgebra* e *Análise Superior*, do *Curso de Licenciatura em Matemática*. De 1960 a 1961, D'Ambrosio foi premiado com uma bolsa de estudo do governo italiano, do *Istituto Matematica dell'Università di Genova*, na Itália.

---

<sup>2</sup>English Language Learners (ELL).

<sup>3</sup>As informações divulgadas nesta seção foram fornecidas por D'Ambrosio por meio de várias entrevistas realizadas no período de 2000 a 2010.

Em 1963, D'Ambrosio concluiu o doutorado em *Matemática Pura* ao defender a tese intitulada: *Superfícies Generalizadas e Conjuntos de Perímetros Finitos*, da EESC, na USP. Em janeiro de 1964, D'Ambrosio foi convidado para desenvolver o seu estudo de pós-doutorado, no período de 1964 a 1965, como *Pesquisador Associado*, no *Departamento de Matemática*, da *Brown University*, em Providence, Rhode Island, nos Estados Unidos da América.

Em 1964, D'Ambrosio se mudou para os Estados Unidos acompanhado de sua esposa Maria José e de seus dois filhos, Alexandre e Beatriz (Bia). Embora a sua intenção fosse se afastar de Rio Claro, São Paulo, por apenas 1 (um) ano, o golpe militar brasileiro o direcionou a permanecer nos Estados Unidos, onde obteve o cargo de professor titular, na *The State University of New York*, em Buffalo, onde atuou como professor nos cursos de graduação e pós-graduação em Matemática e, também, como pesquisador e professor-orientador.

Durante a sua permanência nos Estados Unidos, D'Ambrosio se dedicou ao estudo e à pesquisa em Matemática pura, sendo que, em 1970, foi responsável pelo *Setor de Análise Matemática*, de um projeto proposto pela *Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura* (UNESCO), que foi implantado na República do Mali, na África. Esse projeto foi concebido para preparar e formar doutores em Matemática por meio do desenvolvimento do *Projeto CPS-Bamako*<sup>4</sup>.

Nesse contexto, D'Ambrosio viajava a cada três meses para a África e residiu cerca de 3 (três) semanas em Bamako, capital da República do Mali. Nesse período, D'Ambrosio também foi *Consultor e Professor Visitante* no *Programa de Pós-Graduação do Centre Pédagogique Supérieur*, em Bamako, de 1970 a 1980. É importante destacar que o primeiro orientando de doutorado de D'Ambrosio que obteve o título de doutor nesse programa foi Bakary Traoré, em 1973.

Em 1972, D'Ambrosio regressou ao Brasil, para lecionar na *Universidade Estadual de Campinas* (UNICAMP), onde exerceu a função de *Diretor do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica* (IMECC), no período de 1972 a 1980. Nesse contexto, D'Ambrosio desenvolveu pesquisas em Matemática pura, contudo, continuou também a sua participação no projeto de doutorado que desenvolveu na África. Dessa maneira, D'Ambrosio também orientou diversos doutores e mestres na UNICAMP.

Desse modo, ao retornar ao Brasil, D'Ambrosio se interessou em realizar pesquisas e desenvolver cursos de formação de recursos humanos para o ensino de *Ciências e Matemática*. Em 1974, D'Ambrosio desenvolveu um projeto equivalente ao qual tinha participado na África, em nível de mestrado, para todos os estados brasileiros e países da América Latina e Caribe, com um amplo financiamento do *Ministério da Educação do Brasil* e da *Organização do Estados Americanos* (OEA). É importante destacar que, de 1975 a 1980, D'Ambrosio foi o diretor desse *Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática*.

---

<sup>4</sup>Esse projeto foi desenvolvido no *Centre Pédagogique Supérieur*, em Bamako, na República do Mali, sendo implantado em 1971. Esse projeto também exemplificou uma abordagem bem-sucedida para o ensino superior em um país em desenvolvimento. Esse Centro foi criado para responder à necessidade da formação de pessoal com nível superior nos âmbitos acadêmico e profissional, pois visou ofertar um programa de formação intensiva a nível de pós-graduação, que dependeu, em grande medida, da colaboração de professores visitantes. Até 1977, esse programa tinha formado 20 *docteurs de spécialité* com um nível comparável ao do terceiro ciclo francês, mas com características próprias por meio de uma identificação absoluta com os problemas educacionais do Mali, bem como com relação ao seu papel no processo de desenvolvimento desse país (D'Ambrosio, 1977).

De acordo com Chassot e Knijnik (1997), a partir de 1978, D'Ambrosio iniciou a sua participação nas reuniões anuais das *Conferências Pugwash sobre as Ciências e Negócios Mundias*, por meio das quais, em geral, eram discutidos temas relacionados às questões nucleares e relacionadas com a paz mundial. Ressalta-se que os seus membros são eleitos pelos participantes ativos dessa organização, sendo que D'Ambrosio foi eleito membro da comissão dessas conferências em 1987 e reeleito em 1992.

Em 1995, a *Fundação Nobel da Paz*, em reconhecimento aos serviços prestados em nome da paz mundial e da justiça social, concedeu metade do *Prêmio Nobel da Paz* às *Conferências Pugwash*, sendo que a outra metade foi entregue para o Professor Joseph Rotblat, que era o presidente dessa organização. Nesse direcionamento, esse duplo prêmio homenageou todos os seus membros, inclusive D'Ambrosio (Chassot & Knijnik, 1997).

É necessário destacar que D'Ambrosio foi signatário de importantes documentos do mundo da ciência, como, por exemplo, a *Declaração de Veneza*, de 1986, que foi desenvolvida no simpósio intitulado: *A Ciência e as Fronteiras do Conhecimento - O Prólogo de Nosso Passado Cultural*, que foi organizado pela UNESCO, que incentivou uma maior reflexão sobre a transdisciplinaridade e a universalidade. Nesse simpósio foram apresentados os procedimentos metodológicos relevantes desse estudo que possibilitaram o entendimento do contexto em que foi realizado, bem como a verificação das condições em que os resultados dessa investigação poderiam ser replicados e/ou adaptados em outros contextos socioculturais.

Em 1979, D'Ambrosio foi eleito Presidente do *Comitê Interamericano de Educação Matemática* (CIAEM), para o período de 1979 a 1987. Esse contexto possibilitou que D'Ambrosio iniciasse as suas investigações em *História, Sociologia e Educação*, principalmente, em *Ciências e Matemática*, possibilitando a condução de pesquisas relacionadas com as conexões entre a Matemática, a Sociedade e a Cultura. Em 1994, D'Ambrosio se aposentou da UNICAMP, sendo agraciado com o título honorário de *Professor Emérito* dessa universidade.

No entanto, em sua trajetória profissional e acadêmica, D'Ambrosio continuou com o desenvolvimento de sua agenda de pesquisas e de atividades de orientação nessas áreas, em outras universidades, porém, com mais intensidade na *Pontifícia Universidade Católica de São Paulo* (PUC-SP), nos *Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática* e em *História da Ciência*. Nesse sentido, D'Ambrosio também orientou alunos da *Faculdade de Educação*, da USP, e do *Instituto de Ciências Exatas e Geológicas*, da UNESP, de Rio Claro, em São Paulo. É importante enfatizar que D'Ambrosio também foi o Presidente do *International Study Group on Ethnomathematics* (ISGEm) de julho de 1996 a junho de 2000.

#### **4. PAPEL DE D'AMBROSIO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ETNOMATEMÁTICA**

A jornada pessoal, profissional, educacional e acadêmica de D'Ambrosio foi notável e permeada por uma diversidade de experiências que o direcionaram para a criação do movimento relacionado com o Programa Etnomatemática, em meados da década de 1970. Assim, em 1976, D'Ambrosio organizou e presidiu a seção intitulada: *Por que ensinar matemática?*, do *Grupo Temático: Objetivos e Metas da Educação Matemática*, durante o *Terceiro Congresso Internacional de Educação Matemática* (ICME-3), em Karlsruhe, na Alemanha. Nessa seção, D'Ambrosio trouxe à tona a discussão sobre as raízes culturais da Matemática no contexto da Educação Matemática (Rosa & Orey, 2014).

Em 1977 que o termo Etnomatemática foi utilizado pela primeira vez em uma palestra proferida na *Reunião Anual da Associação Americana para o Avanço da Ciência*, em Denver, Colorado, nos Estados Unidos. Em 1984, o termo *Etnomatemática* foi consolidado na palestra de abertura intitulada: *Bases Socioculturais da Educação Matemática*, ministrada por D'Ambrosio, no ICME-5, em Adelaide, Austrália. Esse fato é importante para a Educação Matemática, pois foi quando D'Ambrosio instituiu oficialmente o Programa Etnomatemática como um campo de pesquisa lakatosiano (Rosa & Orey, 2014).

Em 1985, D'Ambrosio publicou o artigo intitulado: *Ethnomathematics and its Place in the History and Pedagogy of Mathematics*, para a revista: *For the Learning of Mathematics*. De acordo com Powell e Frankenstein (1997), esse artigo representa o primeiro tratado abrangente e teórico, em inglês, sobre a Etnomatemática como um Programa. Por conseguinte, esses pressupostos iniciais do Programa Etnomatemática estimularam o desenvolvimento desse campo de pesquisa internacionalmente.

Na primeira década do século XXI, Carpenter, Dossey e Koehler (2004) selecionaram esse artigo para compor o livro do *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), intitulado: *Classics in Mathematics Education Research*, por causa de sua influência positiva nas investigações internacionais em Educação Matemática, principalmente, relacionada com os aspectos culturais da Matemática por meio da Etnomatemática. A publicação desse livro foi uma resposta a uma solicitação do *Educational Materials Committee* (EMC) para o desenvolvimento de uma compilação de artigos que refletissem a história das investigações educacionais, bem como mostrassem as influências pedagógicas e metodológicas internacionais que impactaram diretamente a evolução mundial da Educação Matemática.

Para Rosa e Orey (2014), com a expansão internacional do movimento da Etnomatemática, em 1985, o *International Study Group on Ethnomathematics* (ISGEm) foi criado, lançando oficialmente o Programa Etnomatemática a nível internacional. Desse modo, desde o seu início, a ISGEm promove a valorização e o respeito à diversidade cultural das ideias, procedimentos, técnicas, estratégias e práticas matemáticas desenvolvidas localmente, buscando aplicar esse conhecimento na Educação e Educação Matemática, bem como no desenvolvimento sustentável e na justiça social, em busca da paz mundial total.

O Programa Etnomatemática valoriza e respeita o conhecimento matemático (*saber/fazer*) dos membros de culturas periféricas, pois busca compreender o ciclo da geração, difusão, organização intelectual e social e, também, a disseminação desses *saberes e fazeres* em contextos diversos (D'Ambrosio, 1985). É necessário destacar que, no encontro entre culturas distintas ocorre uma dinâmica de adaptação e reformulação que acompanha o desenvolvimento desse ciclo, incluindo o dinamismo cultural entre os conhecimentos e os *saberes e fazeres* distintos por meio do diálogo que é desencadeado com alteridade (Rosa & Orey, 2007). Desse modo, as contribuições de D'Ambrosio nas áreas social, cultural, política, econômica e ambiental estabeleceram uma relação profunda entre a Matemática, a Antropologia e a Sociedade.

Nesse direcionamento, D'Ambrosio ofereceu orientação, incentivo, liderança e disseminação das ideias, conceitos e perspectivas inovadoras envolvendo o Programa Etnomatemática, nacional e internacionalmente, bem como as suas aplicações na Educação e Educação Matemática e em outros campos do conhecimento. Nesse sentido, D'Ambrosio foi o principal líder da disseminação desse campo de pesquisa, pois a sua visão ampla e holística da

Etnomatemática buscou explicar a transformação dialógica do conhecimento matemático desenvolvido pelos membros de grupos culturais distintos em suas comunidades e sociedades.

Em concordância com essa perspectiva, a epistemologia do Programa Etnomatemática é consistente com a abordagem freireana que busca um processo educacional direcionado para a autonomia e para a liberdade, pois está alinhada com as necessidades atuais de sobrevivência dos membros de grupos culturais distintos e, também, com o desenvolvimento da consciência crítica por meio de reflexões que visam o alcance de sua transcendência em outros contextos. Nessa abordagem, o desenvolvimento do conhecimento matemático é cooperativo, colaborativo, dinâmico e interativo porque a Matemática pode ser considerada como o resultado da atividade humana e, nesse caso, esse campo de estudo não é estático, linear, ordenado e nem universal, pois tem uma característica humanista.

Nesse contexto, em 1983, D'Ambrosio foi homenageado com o título de *Fellow* da *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) por sua liderança imaginativa e eficaz na evolução da *Educação Matemática na América Latina* e, também, por seus esforços direcionados para o desenvolvimento da cooperação e colaboração internacional. Em um acordo previamente estabelecido, Gerdes (1997) e Powell e Frankenstein (1997) afirmaram que D'Ambrosio é considerado como o *Pai intelectual do Programa Etnomatemática*.

No estudo realizado por Shirley (2000), nos Estados Unidos, D'Ambrosio foi eleito como um dos matemáticos e educadores matemáticos mais importantes do século XX, principalmente, em relação às questões sociais, políticas, culturais e antropológicas, por causa do desenvolvimento do Programa Etnomatemática. Em 2001, D'Ambrosio foi premiado pelo *International Committee of History of Mathematics* (ICHM) com o *Prêmio Kenneth O. May* por suas importantes contribuições para o desenvolvimento da História da Matemática. Por exemplo, Andersen (2002) afirmou que o ICHM concedeu essa medalha para D'Ambrosio por seus esforços, através de seus escritos e palestras, para a promoção e divulgação do Programa Etnomatemática, contribuindo intensamente para o estabelecimento internacional desse campo de pesquisa.

Em 2005, D'Ambrosio foi homenageado pelo *International Committee of Mathematics Instruction* (ICMI) com a segunda *Medalha Felix Klein* pelo reconhecimento de suas contribuições para o desenvolvimento da Educação Matemática. Em 2016, D'Ambrosio foi agraciado com o título de *Membro Emérito* da *Sociedade Brasileira de Educação Matemática* (SBEM) por suas contribuições para o desenvolvimento da Etnomatemática e da Educação Matemática no Brasil.

Assim, uma contribuição importante de D'Ambrosio (1990) para o desenvolvimento da Etnomatemática como um programa foi demonstrar como esse campo de conhecimento pode ser utilizado para expressar a relação entre a Cultura e a Matemática. No entanto, essa abordagem requer uma interpretação dialógica e dinâmica que busca descrever os conceitos de *etno* e *matemática* num contexto holístico para mostrar que a Matemática é um campo de estudo com significância cultural.

Por exemplo, o termo *etno* descreve os ingredientes que compõem a identidade cultural dos membros de um determinado grupo, como, por exemplo, a língua, os códigos comportamentais, os valores, os jargões, as crenças, as comidas e as vestimenta, os hábitos e os traços físicos enquanto o termo *matemática* expressa uma visão ampla desse campo de estudo

que inclui a cifragem, a aritmética, a classificação, a ordenação, a inferência e a modelagem (D'Ambrosio, 1990).

Nesse contexto, Rosa e Orey (2017) comentam que D'Ambrosio (1985) contrubuiu para a evolução da Etnomatemática como um programa de pesquisa ao mostrar que um de seus componentes mais importantes é reafirmação e a restauração da dignidade cultural dos membros de grupos culturais distintos. Assim, essa abordagem mostra que, à medida que os investigadores, professores e educadores experimentam e desenvolvem atividades matemáticas multiculturais, que refletem os *saberes/fazer*es e o comportamento dos integrantes de culturas diversas, há uma crescente valorização do conhecimento matemático desenvolvido localmente, bem como o respeito pelos procedimentos e práticas matemáticas desenvolvidas por esses membros que possuem características culturais diferentes daquelas presentes majoritária e equivocadamente na sociedade.

De acordo com essa perspectiva, outra importante contribuição de D'Ambrosio (2007) para o desenvolvimento da Etnomatemática está relacionada com a promoção de debates sobre a dimensão política desse programa, pois a essência da ética da diversidade está vinculada com o desenvolvimento do respeito, da solidariedade e da cooperação entre os membros de grupos culturais distintos, por meio da compreensão do papel da Matemática na sociedade. Essa dimensão busca trazer a dignidade cultural e a qualidade de vida para esses membros, haja vista que é impossível aceitar a exclusão de grandes setores da população mundial de sua participação cidadã e democrática na sociedade.

Conforme esse contexto, D'Ambrosio (2007) compreendeu a Etnomatemática como um programa de pesquisa com implicações pedagógicas para a inovação tecnológica e para o desenvolvimento curricular relacionado com o processo de ensino e aprendizagem em Matemática, com a formação de professores, com a formulação de políticas públicas e, também, com o esforço colaborativo e cooperativo para a eliminação da arrogância, da desigualdade e do preconceito, que ainda persistem na sociedade contemporânea, pois visa o desenvolvimento de uma sociedade com justiça social que se direciona para a paz total.

Consequentemente, as contribuições de D'Ambrosio para o desenvolvimento de investigações em Etnomatemática direcionaram os pesquisadores, educadores, professores e alunos de diversas universidades nacionais e internacionais para o estudo dos aspectos culturais da Matemática e a sua utilização em contextos educacionais diversos. Assim, a vida pessoal, profissional e acadêmica de D'Ambrosio foi exemplar ao incentivar estudiosos de todo o mundo nos caminhos da busca pela paz e pela justiça social por meio da valorização e do respeito aos *saberes e fazer*es matemáticos desenvolvidos localmente pelos membros de culturas distintas.

Similarmente, D'Ambrosio desvendou caminhos para o desenvolvimento de investigações sensíveis às características sociais, culturais e históricas dos alunos e dos ambientes escolares e externos às escolas, por meio das quais o processo de ensino e aprendizagem em Matemática é desencadeado. Contudo, D'Ambrosio também comentou sobre a necessidade de viabilizar o acesso de toda a população a um processo educacional de qualidade e, não apenas, direcionado para segmentos privilegiados da sociedade.

Nesse sentido, D'Ambrosio sempre defendeu os princípios, a ética e os valores que buscam a promoção de uma educação de qualidade que promova a formação de cidadãos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade e que, também, buscam a sua transformação social.

## 5. CONTRIBUIÇÕES DE UBIRATAN D'AMBROSIO PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Uma das principais contribuições de D'Ambrosio para a Educação e para a Educação Matemática foi possibilitar o desenvolvimento e as conexões do conhecimento matemático com a dinâmica cultural ao valorizar e respeitar as diferentes formas de pensamentos matemáticos que são encontradas em contextos culturais distintos. Consequentemente, D'Ambrosio foi fundamental para mostrar que a Matemática é um campo de conhecimento amplo, holístico e humanista.

Nesse contexto, a Etnomatemática possibilitou o estudo das ideias, procedimentos e práticas matemáticas encontradas em diversos contextos, bem como permitiu a conscientização de que os membros de culturas distintas desempenham um papel importante na evolução da humanidade. Esse contexto único propiciou as conexões entre as diversas matemáticas, a educação e as comunidades locais, contudo, além de liderar e impulsionar a disseminação dessas ideias, noções, conceitos e perspectivas inovadoras envolvendo a Etnomatemática, D'Ambrosio promoveu e revigorou a Educação e a Educação Matemática de uma maneira ampla e holística.

Dessa maneira, para Rosa e Orey (2021), as contribuições de D'Ambrosio para a Educação Matemática estão relacionadas com a análise das oportunidades de aprendizagem de alunos provenientes de grupos minoritários que, historicamente, estão subrepresentados no processo de ensino e aprendizagem em Matemática. O principal objetivo dessa abordagem é proporcionar para esses alunos uma experiência escolar contextualizada e com significado que esteja relacionada com as suas próprias vivências culturais e necessidades sociais.

Nesse direcionamento, D'Ambrosio e Rosa (2008) comentam que a consciência filosófica de D'Ambrosio contribuiu para a evolução de um movimento teórico/metodológico no campo da Educação Matemática que buscou uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem em Matemática com a incorporação do conhecimento local e de valores humanos, como, por exemplo, a cooperação, a solidariedade e a ética, no currículo matemático. No entanto, é necessário ressaltar que essa é uma tarefa difícil para ser realizada, mas que pode ser desencadeada por meio da compreensão dos diferentes conhecimentos que se originam nas práticas matemáticas culturais desenvolvidas local e globalmente por meio do dinamismo cultural.

Então, o principal objetivo dessa abordagem se relaciona com a valorização e o respeito às diferentes maneiras que a humanidade utiliza o conhecimento matemático em sua vida diária para que os seus membros possam explicar, entender, compreender e lidar com as situações-problema enfrentadas no cotidiano. Nesse sentido, D'Ambrosio contribuiu para: a) a conscientização do respeito aos outros e às suas cosmologias, b) a compreensão da solidariedade ao reconhecer a necessidade de compartilhar o conhecimento e c) o entendimento da cooperação para enfrentar questões e problemas complexos presentes na vida diária. Então, o respeito, a solidariedade e a cooperação implicam na rejeição do fanatismo, da desigualdade e da arrogância que estão presentes nas atividades praticadas pela humanidade (D'Ambrosio & Rosa, 2008).

Conforme proposto por D'Ambrosio, é importante investigar a inter-relação entre a Educação Matemática e os aspectos social, cultural, ambiental e político presentes no processo de ensino e aprendizagem em Matemática. Consequentemente, há também a necessidade de

que os professores e educadores desenvolvam e utilizem ações pedagógicas alternativas com o objetivo de superar a opressão sociocultural dos/nos alunos, que está implícita nesse processo educacional. Desse modo, com fundamento nas origens culturais, nas experiências, nas vivências e nas práticas matemáticas utilizadas pelos membros da comunidade escolar, é possível desenvolver uma compreensão dos conceitos matemáticos que tem como objetivo reduzir os efeitos burocráticos e minimizar as diferenças sociais que são impostas pela cultura dominante aos integrantes de grupos culturais minoritários (D'Ambrosio & Rosa, 2008).

Por outro lado, Rosa e Orey (2021) afirmam que, para D'Ambrosio, as desanimadoras condições mundiais com relação à política e à economia, nessa crise pandêmica, promoveram debates nacionais e internacionais sobre a justiça social e a equidade da/na Educação Matemática referente ao acesso da população à Internet e aos recursos tecnológicos, principalmente, nos diferentes sistemas educacionais e no processo de ensino e aprendizagem em Matemática. Por conseguinte, D'Ambrosio (2020) estava preocupado com a situação de pandemia experimentada pela humanidade ao afirmar que:

Estamos passando por um momento difícil com essa pandemia. Tem que haver solidariedade sobre isso. É uma solidariedade muito estranha que não nos permite abraçar, mas ficar longe, ter distância, porque sabemos que essa distância física, na verdade, é uma solidariedade íntima e pessoal. Não estamos nos abraçando, mas nos abraçamos e essa distância física significa respeito (online).

Nesse contexto, D'Ambrosio (2020) considerava que o próprio distanciamento relacionado com o contato físico é um ato de solidariedade e uma forma de amor ao próximo, sendo que ele também nos ensinou que a ação de combate à pandemia:

(...) deve ser realizada em conjunto com os matemáticos e outros cientistas porque estão direcionando a sua capacidade intelectual e os seus conhecimentos para resolver este gravíssimo problema da pandemia. É a cooperação entre todas as áreas científicas, todos os campos do conhecimento e todas as áreas das ciências humanas" (online).

Conforme essa asserção, para D'Ambrosio (2020), os problemas relacionados com as pandemias podem e devem ser resolvidos com dignidade, respeito, solidariedade e em cooperação com os *outros*, sendo importante enfatizar que o:

(...) caminho para a paz é o respeito, a solidariedade e a cooperação. Somos todos seres humanos que fazem parte da humanidade e, se fazemos Matemática, se somos matemáticos, temos que fazer Matemática para esta humanidade. Tem que ser uma Matemática humanista, caso contrário ela perderá o sentido (online).

Por conseguinte, D'Ambrosio (2020) também afirmou, do ponto de vista etnomatemático, sobre a necessidade de que a pandemia seja compreendida através de uma visão ampla e holística de suas características para que possamos entender as suas consequências nos contextos social, cultural, político, econômico e ambiental. Essa abordagem possibilita que o dinamismo cultural entre os membros de grupos culturais distintos possa ser desencadeado por meio de ações dialógicas que buscam transformar o conhecimento matemático para a resolução dos problemas enfrentados pela humanidade em seu cotidiano, com o objetivo de buscar o bem comum, a paz total e a justiça social.

Contudo, D'Ambrosio (2020) afirma que os membros de grupos culturais distintos reagem de maneiras diferentes aos eventos que ocorrem em suas vidas diárias, bem como às condições socioculturais em que sobrevivem e, também, aos fenômenos naturais e às crises

internacionais de saúde, como, por exemplo, a pandemia da Covid-19. Então, esse contexto pandêmico possibilitou que a humanidade desenvolvesse o seu fluxo criativo ao destacar que o “rápido desenvolvimento de vacinas para a Covid-19 e a adaptação internacional dos professores às suas práticas de ensino são exemplos dessas habilidades” (online).

Nessa perspectiva, D’Ambrosio (1995) destaca que a evolução do conhecimento matemático é influenciada pela diversidade de culturas e seus elementos, como, por exemplo, a linguagem, a religião, os costumes, a economia e as atividades político-sociais, que impactam e estimulam o desenvolvimento da criatividade no processo de resolução de situações-problema locais e globais. Esses processos criativos possibilitam que os membros desses grupos desenvolvam a sua própria maneira de matematizar os fenômenos que ocorrem em suas realidades para que possam compreender e agir sobre os fenômenos presentes no cotidiano.

Finalizando esse tópico, a Etnomatemática busca respeitar os *saberes* e *fazer*s desenvolvidos localmente pelos membros de grupos culturais distintos, que foram adquiridos nas experiências diárias e nas vivências das relações comportamentais e das normativas de convivência. Desse modo, é necessário valorizar esses *saberes/fazer*s para relacioná-los com os conhecimentos matemáticos escolares/acadêmicos para contribuir com a formação de cidadãos críticos e reflexivos que possam agir ativamente na sociedade em busca da paz total e da justiça social.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início da segunda década do século XXI, há uma sensibilidade cultural crescente em relação ao entendimento e à compreensão das ideias, procedimentos e práticas matemáticas que são desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos. Essa sensibilidade se deve, principalmente, à expansão de estudos relacionados com a Cultura, a História, a Antropologia, a Linguística e a Matemática, ou seja, com a Etnomatemática. Em virtude da condução de estudos etnomatemáticos, as investigações nesse campo de pesquisa mostram a possibilidade de internacionalização das práticas matemáticas em diferentes contextos culturais por meio de diálogos realizados com alteridade.

Das contribuições de D’Ambrosio para a Educação Matemática, pode-se concluir que os membros de grupos culturais distintos constroem e aplicam os seus próprios conhecimentos matemáticos que foram desenvolvidos por meio de diferentes processos cognitivos, possibilitando o desenvolvimento de competências matemáticas que incluem as ações de contar, localizar, medir, desenhar, representar, jogar, compreender, entender, explicar, matematizar e modelar.

Esse contexto possibilitou que D’Ambrosio (2020) ampliasse a discussão nacional e internacional sobre a pluralidade cultural, bem como com relação à natureza dos conhecimentos matemáticos que estão vinculados aos aspectos sociais, culturais, econômicos, políticos e ambientais de diversas culturas. No entanto, o grande desafio para a humanidade nesse período pandêmico de crise é saber lidar com os conflitos e confrontos que estão iminentes nas relações sociais, nas políticas e nos governos, que visam a resolução de problemas cotidianos que são intrínsecos à própria vida.

Então, existe a necessidade de que a humanidade se conscientize sobre a prioridade pela busca de uma civilização com dignidade, na qual os efeitos da iniquidade, da arrogância e do fanatismo sejam erradicados para que os membros de grupos culturais distintos possam alcançar um mundo pacífico e com justiça social. Dessa maneira, é importante incentivar novos rumos para o desenvolvimento de uma paz planetária por meio do aprofundamento de reflexões críticas sobre os processos de globalização de práticas matemáticas e de seu papel no desenvolvimento de uma sociedade mais igualitária (D'Ambrosio, 2007). Nesse direcionamento, a história de vida de D'Ambrosio é uma resposta relevante para se possa alcançar esse objetivo.

No decorrer de sua história, D'Ambrosio desenvolveu um senso crítico e reflexivo que valorizou e respeitou as diferentes formas de *saber/fazer* matemático, buscando elevar a autoestima dos membros de grupos culturais distintos ao promover a criatividade, a valorização, o respeito e a dignidade de sua identidade cultural. Assim, D'Ambrosio mostrou que a sobrevivência da humanidade depende de suas relações com a natureza e com o meio ambiente, que podem ser reguladas por princípios ecológicos, que visam transcender o entendimento global por meio ações locais que buscam o diálogo e o dinamismo cultural.

De acordo com a sua trajetória de vida pessoal, educacional, profissional e acadêmica, D'Ambrosio buscou a paz total e a justiça social ao propor o desenvolvimento de um processo de conscientização sobre a relação entre Matemática e a Cultura que visa o desenvolvimento de uma sociedade mais justa por meio dos pressupostos da Educação e da Educação Matemática. Nesse sentido, D'Ambrosio buscou a harmonia entre os povos, para que juntos os membros dessas culturas possam transcender para uma civilização planetária com paz e dignidade para o desenvolvimento e evolução da humanidade.

## 7. IMPLICAÇÕES

As contribuições de D'Ambrosio para a Educação Matemática validam, respeitam e legitimam as experiências e as vivências dos membros de grupos culturais distintos para a sua participação ativa na sociedade como cidadãos críticos e reflexivos, que buscam compreender o colonialismo, as relações de poder e a opressão, de uma maneira crítica ao considerar a influência da cultura e da linguagem no desenvolvimento do conhecimento matemático. Essas contribuições formam a base do desenvolvimento de uma perspectiva etnomatemática dambrosiana para a reconceituação do campo de estudo da Educação Matemática relacionado com os conhecimentos matemáticos que emergem em contextos culturais distintos.

Assim, no contexto do desenvolvimento de diálogos nacionais e internacionais, D'Ambrosio ampliou a discussão sobre as possibilidades de inclusão de perspectivas e contextos diversos e inovadores sobre a Etnomatemática em relação à diversidade sociocultural dos membros de grupos culturais distintos em sua busca pela sobrevivência, transcendência, justiça social e paz total. Essa abordagem está relacionada com o desenvolvimento da compreensão, do compartilhamento, da solidariedade, do respeito e da valorização das diferenças por meio da realização de diálogos alteros com o principal objetivo de minimizar/reduzir e/ou evitar a dominação e a opressão. Desse modo, D'Ambrosio buscou a paz ao propor uma ação pedagógica direcionada para a justiça social, bem como educar para uma sociedade justa por meio da Educação e da Educação Matemática.

## REFERÊNCIAS

- Andersen, K. (2002). *The awarding of the Kenneth O. May prize for the fourth time*. International Commission on the History of Mathematics. ICHM.
- Carpenter, T. P., Dossey, J. A., & Koehler, J. L. (2004). *Classics in mathematics education research*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).
- Chassot, A., & Knijnik, G. (1997). Conversando com Ubiratan D'Ambrosio [Talking with Ubiratan D'Ambrosio]. *Episteme*, 2(4), 9-25.
- D'Ambrosio, U. (1977). The project 'CPS-Bamako': an option in post-graduate training for developing countries. *Educafrica: Bulletin of the UNESCO Regional Office for Education in Africa*, 1(2), 79-83.
- D'Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 5(1), 44-48.
- D'Ambrosio, U. (1990). *Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer*. São Paulo: Editora Ática.
- D'Ambrosio, U. (1995). Multiculturalism and mathematics education. *International Journal on Mathematics, Science, and Technology Education*, 26(3), 337-346.
- D'Ambrosio, U. (1998). Mathematics and peace: our responsibilities. *ZDM*, 98(3), 67-73.
- D'Ambrosio, U. (2007). Peace, social justice and ethnomathematics. Monograph 1. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 25-34.
- D'Ambrosio, U. (2020). Etnomatemática e matemática humanista: uma conversa com Ubiratan D'Ambrosio [Humanistic mathematics: a conversation with Ubiratan D'Ambrosio]. Série Debates sobre Matemática., Cultura e Escola. Programa Matemática Humanista ao vivo com Carlos Mathias. Programa exibido em 09 de abril de 2020. Universidade Federal Fluminense.
- D'Ambrosio, U., & Rosa, M. (2008). A dialogue with Ubiratan D'Ambrosio: a Brazilian conversation about ethnomathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 1(2), 88-110.
- Gerdes P. (1997). On culture, geometrical thinking and mathematics education. In: Powell, A. B., & Frankenstein, M. (Eds.). *Ethnomathematics: challenging Eurocentrism in mathematics education* (pp. 223-247). New York: Suny Press.
- Powell, A. B., & Frankenstein, M. (1997). Ethnomathematical knowledge. In: Powell, A. B., & Frankenstein, M. (Eds.). *Ethnomathematics: challenging eurocentrism in mathematics education* (pp. 5-13). New York: Suny Press
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2007). Cultural assertions and challenges towards pedagogical action of an ethnomathematics program. *For the Learning of Mathematics*, 27(1), 10-16.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2014). Fragmentos históricos do programa etnomatemática [Historical fragments of program ethnomathematics]. In: Nobre, S., Bertato, F., & Saravia, L. (Eds.). *Anais/Actas do 6º Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática* (pp. 535-558). SBHMat, 2014.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2017). *Influências etnomatemáticas em salas de aula: caminhando para a ação pedagógica*. Curitiba, PR: Appris Editora.
- Rosa, M. & Orey, D. C. (2021). Ubiratan D'Ambrosio: celebrating his life and legacy. *Journal of Humanistic Mathematics*, 11(2), 430-450.
- Shirley, L. (2000). Twentieth century mathematics: a brief review of the century. *Teaching Mathematics in the Middle School*, 5(5), 278-285.

***FUTURE PASTS & PRESENT FUTURES: A DIALOGUE WITH UBI, EXTENDING SOCIAL JUSTICE IN OUR POST-ANTHROPOCENE***

**FUTUROS PASSADOS E FUTUROS PRESENTES: UM DIÁLOGO COM UBI, ESTENDENDO A JUSTIÇA SOCIAL NO NOSSO PÓS-ANTROPOCENO**

**FUTUROS PASADOS Y FUTUROS PRESENTES: UN DIÁLOGO CON UBI, EXTENDIENDO LA JUSTICIA SOCIAL EN NUESTRO POST-ANTROPOCENO**

**Peter Appelbaum<sup>1</sup> & Charoula Stathopoulou<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Arcadia University, United States

<sup>2</sup>University of Thessaly, Greece  
hastath@uth.gr

**ABSTRACT** | In honor of Ubiratan D'Ambrosio and his understanding of Ethnomathematics as a dynamic field concerned with social justice, and his extension of this concern not only to (Mathematics) education but also to the planet as a whole, we attempt a dialogue with his ideas. Considering the continuity of EM and the ways in which pasts and presents affect potential futures, responses to contemporary global crises and the urgency of a better world system, we extend Ubi's interests in dignity and recognition to ask how Ethnomathematics as an ethical stance can be the source of ideas for ME and education in general, a cause to which we believe Ubi would be committed.

**KEYWORDS:** Anthropocene, Ethnomathematics, Coloniality, Mathematics Education, Social Justice.

**RESUMO** | Em honra de Ubiratan D'Ambrosio e da sua compreensão da Etnomatemática como um campo dinâmico preocupado com a justiça social, e da sua extensão desta preocupação não só à educação (Matemática) mas também ao planeta como um todo, tentamos um diálogo com as suas ideias. Considerando a continuidade da EM e as formas como o passado e o presente afetam potenciais futuros, as respostas às crises globais contemporâneas e a urgência de um sistema mundial melhor, estendemos os interesses de Ubi em dignidade e reconhecimento para perguntar como a Etnomatemática como uma postura ética pode ser a fonte de ideias para a EM e a educação em geral, uma causa com a qual acreditamos que Ubi estaria comprometido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antropoceno, Etnomatemática, Colonialidade, Educação Matemática, Justiça Social.

**RESUMEN** | En honor a Ubiratan D'Ambrosio y su comprensión de la Etnomatemática como un campo dinámico preocupado por la justicia social, y su extensión de esta preocupación no sólo a la educación (matemática) sino también al planeta en su conjunto, intentamos un diálogo con sus ideas. Teniendo en cuenta la continuidad de la EM y las formas en que los pasados y los presentes afectan los potenciales futuros, las respuestas a las crisis globales contemporáneas y la urgencia de un sistema mundial mejor, extendemos los intereses de Ubi en la dignidad y el reconocimiento para preguntar cómo la Etnomatemática como postura ética puede ser la fuente de ideas para la EM y la educación en general, una causa con la que creemos que Ubi estaría comprometido.

**PALABRAS CLAVE:** Antropoceno, Etnomatemáticas, Colonialidad, Educación Matemática, Justicia Social.

## 1. AS AN INTRODUCTION

Ubi was as much of a force of inspiration to others as he was original in his thoughts. As a strong resource of ideas for both researchers and educators, especially those who focus on studying mathematics in its broader framework—social, cultural, political—his theory and practice went hand in hand. He opened new ways of understanding and using mathematics while valuing each kind of knowledge as a matter of social justice -- a notion that sometimes implicitly and in general energized his work throughout his life. His sensitivity for equity issues and for improving Mathematics Education (ME), aiming to respond not only to academic needs but also to the current problems of humanity, was channeled through his open mind into a perspective on Ethnomathematics (EM) as a dynamic field untainted by dogmatism.

In this tribute to Ubi, we make connections between his ideas and an important relationship with time perhaps best articulated by T.S. Eliot: in his *Four Quartets*, Elliot describes the continuity of time, noticing that Past time and Present time are perhaps present in the Future time, and even more provocative, Future time is ever present in our past and present. Together: all time is present in every moment of time. We attempt here to link such a view of time with Ubi's generous perception—avoiding a proposal for a dogmatic version of EM. We initiate a dialogue with D' Ambrosio's ideas in order to think and rethink about EM and its role in ME as well as society in general, over time.

Our dialogue with Ubi follows this organization: (a) We begin by locating EM's origins in a retrospective framework that can see its subsequent early applications through Ubi's ideas (our first example of a future embedded in its past): EM influenced ME and enriched the field with sociocultural approaches, (b) Exploring the current situation of ME globally through a lens of EM, we consider how an EM perspective has affected, and/or potentially would have affected ME, and in general, Education, in different trajectories of time; and (c) We try to express our vision of a new world—a world of dignity, recognition, reconciliation and solidarity—identifying current problems of the world that at first glance go beyond ME, and beyond Education, indeed beyond humanity, to meet the demands of posthumanism at the time of Anthropocene (Leinfelder, 2013; Snaza, 2017). Finally, (d) we expand our interpretation of Ubi's ideas to consideration of the post-Anthropocene.

To begin, we reference a call from Ubi, from 1996:

“Although the main concern of this meeting is Mathematics Education, I believe I will be allowed to subordinate my comments to a higher objective: the survival of civilization on Earth with dignity for all. This is not merely jargonizing. The world is threatened, not only by aggressions against nature and the environment. We are equally concerned with increasing violations of human dignity. We face more and more cases of life under fear, hatred and violation of the basic principles upon which civilization rests. Mathematics is present in all the major achievements of civilization. Advances in mathematics are associated with progress. But, paradoxically, mathematics has been the main instrument in weaponry and in economics. I have often referred to mathematics as the imprint of modern society, for good and evil”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Interview given by Ubi to Ken Ringle, *The Washington Post*, June 11 1996.

If we overlay this insight from Ubi on top of the origins of EM, that so-called achievements of human civilization are at once also the main instruments of that civilization's destruction--indeed not only humanity, but living existence as understood to be present on our planet, we can see how that past is also present in its future, our present.

## 2. THE BEGINNINGS OF ETHNOMATHEMATICS

The development of EM is strongly connected with colonization, the epitome of human-to-human exploitation. European countries through several pretexts have oppressed entire populations outside Europe. Considering themselves as the measure of what it means to be human, European civilization as the 'cultural measure' exposed 'civilization' and abused natural resources by creating dependencies. Desmond Tutu, Archbishop of South Africa and anti-apartheid activist describes in a few words this situation: "When the missionaries came to Africa they had the Bible and we had the land. They said: Let us pray. We closed our eyes. When we opened them, we had the Bible, and they had the land."

EM emerged as a way to repair the consequences of colonization, and is described by some as a combination of responses to education's problems—and, in particular, Mathematics Education's problems--for oppressed people in Latin America, Africa, and other colonies or former colonies (KHAN, 2011; Appelbaum, Stathopoulou, 2020). One of the more extreme expressions of oppression in the framework of colonization was Apartheid; this socio-political system, among others, was a cruel way of uniting processes of distinguishing among people through societal forms of discrimination. Evidence ranges from seemingly inherent social orders to the restriction of access to certain forms and methods of knowledge acquisition (Steyn, 2012). We include Apartheid as our first concrete example in dialogue with Ubi because of the ways that EM was used as a tool for discrimination in that context. EM was intentionally misinterpreted and distorted to manipulate and discriminate people and was a core principle of practices that dictated discriminatory, corresponding teaching practices in respect to students' origins. This directly contradicted the intentions of those who developed EM, including that EM would be a liberating confrontation with Eurocentrism, a tool for dismantling systems of inequality, and would help in the pursuit of social justice with mathematics as a resource. EM as a perspective challenged from the start what were considered both mathematics knowledge and ME, identifying the consequences of colonization.

When D' Ambrosio first referred to EM, it was in combination with a new paradigm for thinking about what we mean by M (mathematics), and what kind of ME be needed if mathematicians and mathematics educators were to take action in moving away from colonialism and its legacies (D'Ambrosio, 1985). This period of early EM included parallel work by other researchers, indicatively: Zaslafsky 1973a, 1973b; Pinxten, van Dooren, & Harvey, 1983; Mellin-Olsen, 1987; Pinxten, van Dooren, & Soberon, 1987; Bishop, 1988a, 1988b; Ascher, 1991; Gerdes, 1988, 1992). In these works, among others, the importance of indigenous knowledge in African, South American, and Asian cultures was demonstrated, despite having been ignored by European studies. The late 1970s and early 1980s witnessed in this way a growing awareness among mathematicians of the societal and cultural aspects of mathematics and mathematics education. Gerdes [Paulus Gerdes (1994) credits Ubi for proposing a more sophisticated, ethnomathematical program as a methodology that tracks and analyzes processes of generation, transmission, diffusion, and institutionalization of (mathematical) knowledge in

diverse cultural systems<sup>2</sup>. By the end of the 1980s, Alan Bishop (1988) described specific cultural dimensions of mathematics through which he could implicitly refer to a political dimension of Mathematics Education, while Stieg Mellin-Olsen (1987) used activity theory to recognize the politics of mathematics education as evidenced by mathematical cultures.

Ubi characterized EM as a *program*, as a collective body of methods, knowledges, self-critique, and commitments; in this way, his voice from the past suggests for us *now*, in this present, an ever-new perspective of understanding the world through M, as well as a way of transforming the world in the direction of equal participation and social justice. His contribution was very crucial in disrupting the presumed (Western) model, which masqueraded as the one and only path of mathematical knowledge and progress. What did EM actually contribute, for whom and in what places? What were/and still are the main challenges that an EM perspective generated? School mathematics worldwide was (and remains) essentially defined as Western/European mathematics, a collection of methods for solving Western/European problems. Non-Western/European mathematics is relegated to “mathematics” – something only recognized if it can be interpreted through a Western/Euro lens “as mathematics” because it resembles what is already accepted as mathematical (Appelbaum, Stathopoulou, 2020). This version of colonialism created an almost total disconnect between school knowledge and home knowledge, manifested as the invisibility/erasure of funds of knowledge brought to school from life experience. Delegitimization of knowledge is a counterpart of exclusion from opportunity and participation in the broader community. Furthermore, we can see this as a local example of the loss to all of humanity created by the epistemicide that (Western/European, or “School”) mathematics promulgates everywhere, by obliterating recognition and dignity for what might be useful as new forms and arts of “mathematics”. The identification of a local tradition as “just as much mathematics as Western European mathematics” is the ultimate example of coloniality, or the legacies of colonialism that perpetuate inequities: something is recognized and legitimized as mathematics if and only if it looks like what the colonizing culture sees as mathematics. Entire realms of mathematical activity are in this way reduced to those attributes that conform to the colonizing epistemological structures, and others are forever lost to humanity. This is especially of concern given the research evidence that local knowledge is “essential for an intuitive and empathic understanding of mathematical ideas and procedures” (Orey & Rosa, 2021).

At the time that EM’s emergence, the consequences of colonization were still fresh and more easily recognizable. What is the current situation? How much has it changed in both rhetoric and practice? Is the world still dichotomized by white Western/European criteria? In the next section of our article, we present our understanding of the contemporary situation, which necessarily embeds a template of thinking about the future in order to express a version of this geopolitical, cultural, and historical moment.

### **3. WHERE ARE WE STANDING TODAY?**

As late as the revised edition of *Against Common Sense*, Kevin Kumashiro could write, “More than any discipline, math is considered by many people to be the least influenced by

---

<sup>2</sup> Gerdes spoke about the need for unfrozen indigenous knowledge, ironically falling into the trap of measuring local knowledge through western Mathematics, a trap often evident in the first steps of EM

social factors, and, therefore, to be the most bias-free of all subjects being taught and learned in school. People have told me that race might matter when treating students of color differently in a math classroom, but race has little, if anything, to do with adding and subtracting numbers” (Kumashiro, 2009, p. 111). The fact that about 30 years after the development of EM, and in general, of sociocultural and political approaches regarding ME, Kumashiro formulates that point of view dictates the need of thinking and rethinking about EM and the way it could contribute to challenge the still dominant perception about and around M and ME. He not only echoes the early work in EM of the 1970s and 1980s in the 2000s, but does so in a seemingly more naïve way than that of scholars in that past; for example, Palestinian Munir Fasheh (1982) understood several decades earlier that lived experience of mathematics as far more useful for economic, political, cultural and social purposes than school mathematics, concluding that school mathematics was, if anything, a political tool of oppression for Palestinians more than anything else; despite his successes in school mathematics, it was useless in the face of war and exclusion. Sometimes, it is necessary for the present to reclaim lost knowledge and bring it into its future.

As discussed above, an EM perspective challenged what were considered both mathematics knowledge and ME, identifying the consequences of colonization that, unfortunately, still exist in what would come to be labeled as coloniality/ coloniality of power, following Anibal Quijano (2000). Some decades after the emergence of EM, mathematicians and mathematics educators have this useful term for the lasting consequences of European colonialist practices. The oppression of people, because of race, culture, ethnicity, etc., is in this present come to be called “historical trauma,” and is associated with significant events that encapsulate a long history through group-specific subjugation, such as the Holocaust, slavery, forced relocation and the brutal colonization of Native American/Alaskan Natives (Moore, 2020, p. 42). Historical trauma is exacerbated by the suppression of indigenous customs, traditions, habits, and cultures (Moore, 2020); in these suppression processes, culturally-specific epistemologies are obliterated or submerged by global-economic, institutional, political, and cultural systems of coloniality, and (school) mathematics plays a dominant. Ignorance and/or condemnation of concepts, skills, and other funds of knowledge brought to school by non-dominant-group students is an expression of Cognitive Imperialism, a manipulation that functions to discredit other knowledge systems and values (Battiste, 2005, 2018). Possessing knowledge of how colonization manifested itself into historical trauma and recognizing how historical trauma is passed on from one generation to another is the antecedent to involvement in the crucial work of decolonizing sociopolitical constructs and systems (Cashman, 2020; Moore, 2020).

“Children must be prepared for a future that we cannot envisage. To prepare children to be proficient in obsolete mathematics is to prepare them to the anguish of being marginal in the future, because they possess outdated knowledge. To avoid this anguish is, to me, an important feature of Social Justice.

Social Justice should be understood as a response to satisfying the basic needs for a good life, aiming at freedom and choice, at health and bodily wellbeing, and establishing at good social relations, anchored on security, peace of mind and respect for spiritual experience. We must avoid giving students the illusion that passing the current tests, obtaining good grades, they are prepared for the future. This is fallacious and the denial of Social Justice.” (D’ Ambrosio, 2012, p. 16).

After more than 40 years of EM being in the main scene of ME, the situation has hardly changed. Inequalities in (mathematics) classrooms and society—informing each other—are still present. Astounding inequalities between Western civilization and local knowledges have worked like the boundary point of a geometric locus, bringing to the surface less recognizable inequalities between and within our communities; inequalities as a result of power relations not only separate Western and non-Western societies, but also subgroups and localized communities within the Western world itself. More recent calls for attention to indigenous knowledges as a resource for saving our planet, including both colonizers and colonized peoples (Ratima, et al., 2019) remain untapped, so that the epistemicidal tendencies of coloniality, in this case of school mathematics, can be understood as the “wolf in sheep’s clothing” that brings doom in the form of the promise of productivity and progress. One might cynically describe South African Apartheid and Palestinian subjugation as only the most blatant applications of EM to preserve and reinforce inequities, and wonder if EM is nothing more than yet another tool of coloniality.

Perhaps the term, “Symbolic South,” (de Sousa Santos 2015) best represents the current situation within former colonial powers. This term points to the dominant Western world itself as a dichotomized world. Distinctions are “established through radical lines that divide social reality into two realms, the realm of *this side of the line* and the realm of *the other side of the line*. The division is such that *the other side of the line* vanishes as reality, becomes nonexistent, and is indeed produced as nonexistent” (de Sousa Santos, 2007, p. 45). In these geopolitical locations, found in nations who continue to dominate the global economic and political landscape, members of disempowered and disenfranchised communities within otherwise privileged societies experience life in ways analogous to that of former colonial subjects, and continue to accommodate Western/European assumptions and expectations. Ubi reminded us that his goals, now in dialogue with a future that he likely anticipated, were/are for us:

“(1) The transmission of values rooted in the past, which leads to citizenship, but not docile citizenship; (2) The promotion of the new, for an uncertain future, which means creativity, but not irresponsible creativity.” (D’Ambrosio, 2012, p. 17)

What sorts of mathematics education are components of a general philosophy and practice of mathematics education with such commitments? Ubi proposed a critical stance upon ME that searches for a path to non-docile citizenship, advances values rooted in the past, and promotes a new, uncertain future characterized by responsible creativity (D’Ambrosio, 2012, p.17). Mathematicians and mathematics educators are and will be building this version of ME out of the glorious accomplishments of historical and contemporary mathematics, as well as the rubble and ruins of present-day ME. Contemporary school mathematics worldwide has been generally described as a subject based on a collection of methods for solving Western/European problems, with its acquired skills measured through standardized tests such as PISA and TIMSS (Zhu, 2018). From this perspective, contemporary school mathematics constructs the expectation that it will prepare students for their future lives, even as it paradoxically attempts to cultivate relevance to their present lives. Consequently, the rhetoric of ME projects, or pretends to support, active participation in local communities, social justice, and individual self-actualization. Yet, it is also the case that school mathematics curricula world-wide are more or less the same, hardly respond to local needs, and rarely if ever accommodate local mathematical traditions and epistemologies; instead of seeking the potential of indigenous mathematical traditions, school mathematics tends to serve as a hidden curriculum of

coloniality, denigrating or perpetuating ignorance of forms of mathematics outside of Western/European codification. As Ubi worried throughout his career, and as Munir Fasheh (1982, 1991) demonstrated in his work as well, the sorts of mathematics that students can demonstrate on tests of school mathematics rarely serve to raise the recognition of those who live in oppression, and further perpetuate disempowerment of the subjects of coloniality through denying the recognition and dignity of local knowledges—at best local practices are noted as interesting “crafts” or forms of spirituality.

Ubi’s broad agenda included the creative aspects of doing mathematics and the ethical implications for the design of curricula. In pursuing these principles, he also offered an antidote to the disconnection between the world in which students live and what happens in mathematics classrooms—a major reason that students give for their negative attitude to mathematics. He showed that this is an issue of equity—of respect for diverse backgrounds that affects all societies, including the mainstream in prosperous countries. There, while middle class kids from well-educated and supportive homes are helped to tolerate the delayed gratification that pervades mathematics education, those from less-advantaged homes are more likely to neglect what is for them a pointless activity. Ubi raised this issue obliquely as well:

“As a consequence of wars, of greedy capitalism and of uncontrollable consumerism, people are killed in a broad sense, either physically or morally, as the termination of life and also as the loss of dignity. I understand violation of Social Justice in this broad conception” (D’Ambrosio, 2012, p. 17)

Here Ubi returns us to the bifurcation that is present not only in formerly colonized lands, but also within the ways that colonizers themselves are victims of their own hubris. We want to consider how school mathematics most generally constructs a false dichotomy as part of coloniality, and as a hegemonic characteristic of our social/cultural/historical/geopolitical moment. The typical comment of alienation that students utter, that their life world and their school mathematics world are separated, is a seemingly universal marker of coloniality. Ubi specifically offers in this present moment, and for our future, a deconstruction of that false dichotomy, and in this way, disrupts the ongoing reconstruction / perpetuation of coloniality.

Mathematics can serve good as well as evil: the power of mathematics is at least double edged. On one hand, great achievements in arts, science, and technology are mathematically based. On the other, mathematics is implicated in technologically caused catastrophes (Atweh, 2007; D’Ambrosio, 2006). Yet this does not mean that mathematics itself is a neutral tool that might be used one way or the other, nor does it mean that the way we teach mathematics leads to “good” applications or “bad”: mathematics, mathematics education, and culture, as mutually determined and evolving, together create what we now call mathematics, what we identify as mathematics education, and what we label as culture, in a mutual cycle of determination.

Ubi stressed that

“... our most urgent concern is to teach mathematics for access and participation, understood in the broad sense of helping humans to attain wellbeing, which comprise the basic components of a good life, freedom and choice, health and bodily wellbeing, good social relations, security, peace of mind, and spiritual experience.” (D’Ambrosio, 2012, p. 16)

Ubi always helped us to expand beyond what seems like a necessary focus on specific and efficient methods of transmitting unquestioned skills and concepts. Sometimes explicitly,

sometimes implicitly, he expanded EM from a single educational issue into broader, world-wide concerns. His views on global issues were consistently informed by the EM perspective. In the same paper in which he connected ME to access, participation, and well-being, (2012, with reference to his Interview given to Ken Ringle, *The Washington Post*, June 11 1996). Ubi addressed at length environmental issues and the need to reconsider mathematics education as a stance upon these existential imperatives: “The world is threatened, not only by aggressions against nature and the environment...”.

He adds a layer of ethics. It is a plea or attempt to recruit people to his social justice cause by making them feel a moral obligation to pursue this. What he urges us to take on as a mission, however obliquely, is the insight that the current status quo does not serve anyone well. The phrasing here seemingly implies that school mathematics serves the mainstream in prosperous countries, indeed that it helps the privileged to maintain their privilege. Yet, of what use is privilege on a planet that cannot sustain any human life anymore? It seems that Ubi wants us to go one step further and realize with him that nobody is well-served by the current version of coloniality=school-mathematics, because of this severing of school mathematics from the life world of all people, and the entire planet. In other words, ME for us, in dialogue with Ubi, is not merely a profession, or collection of practices and theories, methods and procedures, arts and sciences of education focused on mathematics. ME is and will be, always has been in the past, but was not necessarily consistently understood as, an ethical stance one takes upon the world.

#### **4. THE ENVISION OF A FUTURE COMPATIBLE WITH AN EM PERSPECTIVE**

D’ Ambrosio (2012) expressed almost ten years ago his anxiety about the then-new generation’s preparation for their future, saying that children must be prepared for a future that we cannot envisage, and in the same breath suggesting an orientation to social justice:

“Social Justice should be understood as a response to satisfying the basic needs for a good life, aiming at freedom and choice, at health and bodily wellbeing, and establishing at good social relations, anchored on security, peace of mind and respect for spiritual experience.” (D’Ambrosio, 2012, p. 20)

Ubi’s holistic perspective places the obligation upon each mathematics educator to recognize their work as an ethical stance upon the world. Such a stance demands of us that we seek to understand not only (mathematics) education, but that we comprehend previous and potential uses of M as a tool for exploring or identifying our position within our world in general. This stance obligates us to merge our professional efforts with our pursuit of social justice. And this stance requires us to better prepare the new generation for the future mapping of our current reality, while at the same time helping our youth to live in this rapidly changing world now. Ubi gave us some first steps in this direction. However, to become aware of a need would only be a perpetuation of injustice and planetary destruction. What is needed is concrete action in the present as well as anticipation of possible futures. It is increasingly apparent that a focus on human education fails to meet the challenges of our rapidly transforming environment.

During the last century, the human way of life has begun to transgress many of the Earth’s biophysical boundaries in an alarming way. The consequences of this are more dramatic and long-lasting than ever before (Wolff, et al, 2020). Scientists, for example the Nobel Laureate

in Chemistry Crutzen, considered in 2013 that we were moving from the geological epoch of Holocene to that of Anthropocene (Stromberg, 2013); such characterizations are in our contemporary past even as they projected a naïve future. With the term Anthropocene scientists describe the accelerating impact of humans on Earth, as a profound, “global geologic force” (Steffen et al., 2007). We are now several decades beyond what was once named as a period “in which human presence has become an unquestionable force with impacts on climate change, deforestation, and causing ecological disasters with significant global implications” (Guyotte, 2020, p. 771). In our now, post-Anthropocene world, we need to imagine what sorts of ME and M, including integration not only with the sciences but also humanities and arts, can respond and anticipate global crises and a new post-post-Anthropocene ME (Cough, A, 2021). For example, philosophical work on the Anthropocene questions neoliberalism and capitalist production that permeates not only ecological spaces, but the practices of research methodology. Discussion surrounding the practices that drive scientific progress drove us into the Anthropocene, in turn driven by shifting ideologies that crossed disciplinary, political, and ethical boundaries with real, material effects (Guyotte, 2020, p. 770).

Humanity missed its chance to figure out how the epoch of the Anthropocene reality should have affected education, and now we are forever catching up, living a reality of the Anthropocene while the world has moved onto a post future. Caugh (2021) and Åsberg (2017) still use the term, as examples of those still trying this catch-up effort. Caugh (2021) notes that, “The Anthropocene is also contentious because of its humanist and human supremacy focus, and the way it hides troublesome differences between humans (including gender and cultural differences), and the intimate relationships between technology, humans, and other animals.” while Åsberg (2017, p. 198) poses the crucial question: “is nature no longer separable from culture in this age of the Anthropocene?” Quoting Greenwood (2014, p.281), Caugh notes further that “we now live on a bio-physically different planet than the one in which modern civilization developed and in which our common assumptions about education were formed.” Those still trying to cope with the past, the Anthropocene, critically note that access to universal education remains as one of the Sustainable Development Goals for 2030 (United Nations, 2016), the knowledge and values implicit in the current dominant education process remain contentious, and many critique the social reproduction role of education and how they go about achieving this. With this never-ending catch-up a symptom of the post-Anthropocene, what sorts of perspectives on education might we bring into the future?

In education, it seems we need to dialogue not only with Ubi but also with those who are still beginning to cope with their awareness of the Anthropocene. Our present moment is witnessing this delayed interest within curriculum and pedagogy, with scholars writing from disciplines like environmental education (e.g., Kopnina et al, 2020; Kopnina 2014), and others taking on broader concerns of moral responsibility that supersede disciplinary lines (e.g., Leinfelder, 2013). Wallin (2017) posits that the avoidance of a fundamental reconsideration of education in relation to such ecological complexity marks a failure to engage not only with the challenges to human and non-human life intimate to the Anthropocene, but further demonstrates a reluctance to forge a speculative encounter with the real potential of human extinction. (p. 1100) Thinking with posthumanism, Wallin (2014) envisions educational research in both a more-than-human world and a ‘world-without-us’ (p. 1105). Donna Haraway (2018, p. 102) in many ways sums up these positions as follows: “There can be no environmental justice or ecological reworlding without multispecies environmental justice and that means nurturing

and inventing enduring multispecies—human and nonhuman—kindreds”. Teresa Lloro-Bidart (2015, p. 133) identified three overarching conceptual and/or practical shifts that [would have been needed for education] in/for the Anthropocene: interdisciplinarity, transdisciplinarity and cross disciplinarity; community- and/or participatory-based approaches in the natural sciences; and alternative modes of thought, including “mobile lives”, “post-carbon social theory”, Indigenous, ecofeminist/posthumanist and connectivity to oikos perspectives do they mainly serve an outdated vision of an industrial society that is turning rapidly into a complex mix of decline and transformation?”

These romantic gestures to humans as self-aware saviors of their planet cling to the notion that educators can still try to “ensure that all learners are provided with the knowledge and skills to promote sustainable development, including, among others, through education for sustainable development and sustainable lifestyles, human rights, gender equality, promotion of a culture of peace and non-violence, global citizenship and appreciation of cultural diversity and of culture’s contribution to sustainable development” (United Nations, 2016, np). Education in the Anthropocene, our most recent past, would have required participatory approaches as people needed to be learning how to work together and how to live with climate change and other, related environmental crises; it would have demanded of ME that it contribute to working across cultures and genders in addressing environmental issues.

## 5. SOME CONCLUDING REMARKS

We are living in the Post-Anthropocene. But we are only now realizing there even *was* an Anthropocene, after it has moved on to a post-Anthropocene era! Mathematics educators were trained by their own experiences and education in the pre-Anthropocene and Anthropocene, not realizing they were trained in a past that was no longer the present. Now they are trying to catch up to the Anthropocene, but it is already in the past. The Anthropocene feels like a future even as it is a past. Ubi D’Ambrosio helped us to recognize these problems as well as to bring an essential, critical stance to this context. Linking the commitment to social justice and dignity with the expanded notion of planetary existence feels to us like a natural extension of his work. With D’Ambrosio, we consider how EM is compatible with a world of dignity and recognition, and by extension, not only the recognition of human beings, but with all of our neighbors – animals, plants, rivers and mountains, volcanoes, streams, indeed the entire planet.

In a more naïve past we can find the seeds of an optimistic approach for our new futures. On 18 April 1966, Theodor Adorno read a text on German radio called *Pädagogik nach Auschwitz* (later published as *Erziehung nach Auschwitz*) which begins with a statement whose force has not diminished in the half century since its utterance: “The premier demand upon all education is that Auschwitz not happen again.” (Snaza, 2017). Adorno used Auschwitz as a metonymy, to represent several genocidal and quasi-genocidal projects (including European imperialism and trans-Atlantic slavery) that tended, overwhelmingly, to draw its limit at intra-human violence. Snaza (2017) recently questioned whether other forms of violence might enter the orbit of our ethico-political consideration. Snaza resonates with Kalpana Rahita Seshadri:

“... perhaps it is time we acknowledge that we cannot do anything at all about the appalling ways human beings treat other human beings or animals without rethinking and renewing our norms, presuppositions, platitudes, and morals with regard to life and what is living” (Snaza, 2017, p.498)

This project of “rethinking and renewing” would be, according to Seshadri, a crucial vector for our efforts “after Auschwitz” extended to our post-Anthropocene destruction of the planet. They write of a *pot-humanist* educational practice not oriented around the particular version of the human violently enforced in and through Western, imperialist modernity. In order to sketch the contours of such an educational response, one that might ensure that the systemic violences synecdochically gathered into the word “Auschwitz” “does not happen again,” these authors reach into that naïve past of Adorno and identify ways to shift our objectives. Snaza quotes Adorno: “Since the possibility of changing the objective – namely, societal and political – conditions is extremely limited today, attempts to work against the repetition of Auschwitz are necessarily restricted to the subjective dimension” (Adorno, 2005, p.192, cited in Snaza, 2017, p.498); such considerations lead Snaza to an educational perspective informed by the collapse of any distinction between the subjective and objective dimensions of the post-Anthropocene,

“By attending to what Adorno here means by ‘subjective’ and ‘objective’ dimensions of the causes of Auschwitz, I draw out the necessity for a posthumanist educational response, one that would, in fact, take it as axiomatic that no such separation between objective and subjective is possible.” (Snaza, 2017, p.498)

Here we are using the work of Snaza and Seshadri as a model for ME. Given that Adorno’s address has become a sort of manifesto for Holocaust education, Snaza proposes it might be time to “acknowledge that we cannot do anything at all about the appalling ways human beings treat other human beings or animals without rethinking and renewing our norms, presuppositions, platitudes, and morals with regard to life and what is living” (Snaza, p.4). Adorno used the Auschwitz experience metonymical in order to alert us to any kind of oppression on any level, for any reason. Compatible with Ubi’s ethical stance upon the world, we note that coloniality is here to stay, through the post-Anthropocene and beyond.

At the 2018 Mathematics Education Scholars of Color conference, Ubi spoke of the need to restore the cultural dignity of children:

“An important component of Mathematics Education is to reaffirm and, in many cases, to restore cultural dignity of children. Much of the contents of current programs are supported by a tradition alien to the children. On the other hand, children are living in a civilization dominated by mathematically based technology and by unprecedented means of information and communication, but schools present an obsolete worldview.” (D’Ambrosio, 2018, p. 18)

By “Children,” we now read, “all of our co-inhabitants of our planet and ecosystems.” We call for all mathematics educators to join with the Scholars of Color and “leverage our individual and collective expertise in mathematics education; voice our ideas and concerns related to the field; conceptualize and locate ourselves in anti-oppressive and humane mathematics education agendas; and, share self-care and leadership strategies to sustain and nourish ourselves in this justice struggle” (MESOC, 2018, p. 1).

## REFERENCES

- Adorno, T. (2005). *Critical models: Interventions and catchwords*. Translated by Henry W. Pickford. New York: Columbia University Press.
- Appelbaum, P., & Stathopoulou, C. (2020). The taking of Western/Euro Mathematics as reappropriation/repair. *Revemop*, 2, e202003-e202003. <https://DOI: 10.33532/revemop.e202003>.
- Atweh, B. (2007). What is this thing called social justice and what does it have to do with us in the context of globalisation. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 21, 1-13.
- Battiste, M., & Henderson, J. (2018). Compulsory schooling and cognitive imperialism: A case for cognitive justice and reconciliation with Indigenous Peoples. In *The palgrave handbook of education law for schools* (pp. 567-583). London, UK: Palgrave Macmillan
- Battiste, M. (2005). Discourses of difference: Cognitive imperialism, culturalism and diversity. Paper presented during the *Decolonizing Ourselves, Building Alliances: An Aboriginal/Black dialogue at the University of Toronto, Faculty of Social Work*, March 2005.
- Cashman, K. A. (2020). How colonization impacts identity through the generations: A closer look at historical trauma and education. *Curriculum and Teaching Dialogue*, 22(1/2), 307-332.
- D'Ambrosio, U. (2018). To think in a New Way in Mathematics Education. In: A. J. Riberio, L. Healy, R. E. de S. R. Borba, S. H. A. A. Fernandes (Eds.). *Mathematics Education in Brasil*, (pp 1-20). Cham, Cham, Switzerland: Springer
- D'Ambrosio, U. (2012). Mathematicians, Mathematics Educators and the State of the World. *REDIMAT-Journal of Research in Mathematics Education*, 1(1), 5-28. <https://doi: 10.4471/redimat.2012.01>
- D'Ambrosio, U. (2006). *Ethnomathematics: Link between traditions and modernity*. Rotherdam, The Netherlands: Sense Publishers
- D'Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the learning of Mathematics*, 5(1), 44-48.
- de Sousa Santos, B. (2007). Beyond abyssal thinking: From global lines to ecologies of knowledges. *Review (Fernand Braudel Center)*, 45-89.
- de Sousa Santos, B. (2007). Beyond abyssal thinking: From global lines to ecologies of knowledges. *Review (Fernand Braudel Center)*, 45-89.
- Fasheh, M. (1982). Mathematics, culture, and authority. *For the learning of mathematics*, 3(2), 2-8.
- Fasheh, M., (1991). Mathematics in a social context: math within education as praxis versus math within education as hegemony. In: HARRIS, M. (ed.). *School, mathematics and work* (pp. 57-61). Hampshire: The Falmer Press
- Gough, A. (2021). Education in the Anthropocene. *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Retrieved 20 Nov. 2021, from <https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-1391>.
- Guyotte, K. W. (2020). Toward a Philosophy of STEAM in the Anthropocene. *Educational Philosophy and Theory*, 52(7), 769-779. <https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1690989>.
- Haraway, D. (2018). Staying with the trouble for multispecies environmental justice. *Dialogues in Human Geography*, 8(1), 102-105. <https://doi.org/10.1177/2043820617739208>
- Kopnina, H., Gray, J., Washington, H., & Piccolo, J. (2020). Celebrate the Anthropocene?. in Tomaž Grušovnik, Reingard Spanning, and Karen Lykke Syse (Eds.) *Environmental and Animal Abuse Denial: Averting Our Gaze* (p.169-185). London, UK: Lexington Books
- Kopnina, H. (2014). Future scenarios and environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 45(4), 217-231. DOI: 10.1080/00958964.2014.941783
- Leinfelder, R. (2013). Assuming responsibility for the Anthropocene: Challenges and opportunities in education. *RCC Perspectives*, 3, 9-28.
- Lloro-Bidart, T. (2015). A political ecology of education in/for the Anthropocene. *Environment and Society*, 6(1), 128-148. <https://doi.org/10.3167/ares.2015.060108>.
- Mathematics Education Scholars of Color (MESOC). (2018, May 4). Registration and planning questionnaire. *Proceedings from Mathematics Education Scholars of Color Conference*. Chicago, IL.
- Moore, S. (2020). *Indian Child Welfare Act of 1978: An Analysis of Policy Implementation* (Doctoral dissertation, California Baptist University). <http://hdl.handle.net/20.500.12087/75>.
- Orey, D., & Rosa, M. (2021). Glocalization of cultural mathematical practices through ethnomodelling. In *Mathematical Modelling Education in East and West*, 55-65. Springer, Cham, p. 55. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_5).

- Quijano, A. (2000). Coloniality of power and Eurocentrism in Latin America. *International Sociology*, 15(2), 215-232.
- Ratima, M., Martin, D., Castleden, H., & Delormier, T. (2019). Indigenous voices and knowledge systems—promoting planetary health, health equity, and sustainable development now and for future generations. *Glob Health Promot*, 26(3\_Suppl): 3-5
- Snaza, N. (2017). Posthuman(ist) Education and the Banality of Violence. *Parallax*, 23(4), 498-511. <https://doi.org/10.1080/13534645.2017.1374520>.
- Steyn, M. (2012). The ignorance contract: Recollections of apartheid childhoods and the construction of epistemologies of ignorance. *Identities*, 19(1), 8-25. <http://dx.doi.org/10.1080/1070289X.2012.672840>
- Stromberg, J. (2013). What is the Anthropocene and Are We in it?. *Smithsonian Magazine*. Available from: <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/what-is-the-anthropocene-and-are-we-in-it-164801414/> (accessed 20 November 2021).
- Wallin, J. J. (2014). Dark posthumanism, unthinking education, and ecology at the end of the Anthropocene. In *Posthumanism and educational research* (pp. 148-162). Routledge.
- Wallin, J. J. (2017). Pedagogy at the brink of the post-anthropocene. *Educational Philosophy and Theory*, 49(11), 1099-1111. <https://doi.org/10.1080/00131857.2016.1163246>.
- Wolff, L. A., Skarstein, T. H., & Skarstein, F. (2020). The Mission of early childhood education in the Anthropocene. *Educ. Sci.*, 10, 1–27.
- Zhu, Y. (2018). Equity in Mathematics education: What did TIMSS and PISA tell us in the last two decades? In G Kaiser, H Forgasz, M Graven, A Kuzniak, E Simmt & B Xu (eds). *Invited lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education*. Cham, Switzerland: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5>

**INTERFACES ENTRE O PROGRAMA ETNOMATEMÁTICA E O MODELO DO  
CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA (MTSK)**

**INTERFACES BETWEEN THE ETHNOMATHEMATICS PROGRAM AND THE MATHEMATICS  
TEACHER'S SPECIALIZED KNOWLEDGE MODEL (MTSK)**

**INTERFACES ENTRE EL PROGRAMA ETNOMATEMÁTICA Y EL MODELO DEL CONOCIMIENTO  
ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS (MTSK)**

**Renato Douglas Gomes Lorenzetto Ribeiro**

IFSP - Instituto Federal de São Paulo, Brasil  
red@ifsp.edu.br

**RESUMO** | Explora-se o conhecimento do professor de matemática, em sua prática profissional específica, voltado à incorporação dos contextos nos quais seus estudantes estão imersos no projeto educativo de ensino e aprendizagem de matemática. Apresenta-se um recorte de um estudo mais amplo que contou com a participação de um professor de escola pública no Brasil. Foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados: observações de aulas, questionário e entrevistas semiestruturadas. Adota-se a noção de conhecimento especializado do professor de matemática, o modelo de mesmo nome (MTSK) e se faz uma análise a partir de movimentos analíticos distintos sobre os mesmos dados, baseada na teoria fundamentada (Grounded Theory), no modelo MTSK e no Programa Etnomatemática. Evidencia-se vínculos entre conhecimentos especializados do docente com outros elementos – seus outros conhecimentos, suas crenças e suas ações – que indicam processos de especialização do conhecimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teoria Fundamentada, Dinâmica do conhecimento, Conhecimento didático do conteúdo, Rede de conhecimento, Educação Matemática.

**ABSTRACT** | It explores the mathematics teacher's knowledge, in their specific professional practice, aimed at incorporating the contexts in which their students are immersed in the educational project of teaching and learning mathematics. We present an excerpt from a broader study that included the participation of a public-school teacher in Brazil. The following data collection instruments were used: class observations, questionnaire and semi-structured interviews. The notion of the mathematics teacher's specialized knowledge is adopted, the model of the same name (MTSK) and an analysis is made based on different analytical movements on the same data, based on Grounded Theory, on the MTSK model and in the Ethnomathematics Program. Links between the teacher's specialized knowledge and other elements – their other knowledge, beliefs and actions – that indicate knowledge specialization processes are evidenced.

**KEYWORDS:** Grounded Theory, Dynamics of knowledge, Pedagogical content knowledge, Knowledge networks, Mathematics Education.

**RESUMEN** | Se explora el conocimiento del profesor de matemáticas, en su práctica profesional específica, en busca de la incorporación de los contextos en los que sus alumnos se encuentran inmersos en el proyecto educativo de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se presenta un extracto de un estudio más amplio que incluyó la participación de un profesor de escuela pública en Brasil. Se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de información: observaciones de clase, cuestionario y entrevistas semiestructuradas. Se adopta la noción de conocimiento especializado del profesor de matemáticas, el modelo del mismo nombre (MTSK) y se hace un análisis a partir de movimientos analíticos sobre los mismos datos, con base en la teoría fundamentada (Grounded Theory), en el modelo MTSK y en el Programa Etnomatemática. Se evidencian vínculos entre el conocimiento especializado del profesor y otros elementos – sus otros conocimientos, creencias y acciones – que indican procesos de especialización del conocimiento.

**PALABRAS CLAVE:** Teoría Fundamentada, Dinámica del conocimiento, Conocimiento didáctico del contenido, Red de conocimiento, Educación Matemática.

## 1. INTRODUÇÃO

Ubiratan D'Ambrosio convida a comunidade acadêmica a refletir e a investigar o desenvolvimento do conhecimento humano, em especial o matemático, por meio do Programa Etnomatemática, que possui “óbvias implicações pedagógicas” (D'Ambrosio, 2015, p. 27), chamando-o de programa por uma aproximação com a perspectiva de Imre Lakatos (1978), evidenciando que é objeto de reflexões ininterruptas e passível de reconstruções. De fato, não parece haver divergência de que uma concepção de conhecimento influencia as atividades educativas, mas quais seriam tais implicações?

Considerando que os contextos socioculturais e políticos influenciam significativamente a produção de conhecimento nas esferas coletiva e individual, foram objeto de reflexão tais implicações pedagógicas ao focar o conhecimento do professor de matemática<sup>1</sup>, em sua prática profissional específica, e que incorpora os contextos nos quais estão imersos seus estudantes, dando especial destaque ao conhecimento do professor sobre o conhecimento do estudante e que tem potencial de valorizar e permitir que seja objeto de reflexão crítica por parte do estudante. Das compreensões resultantes das análises se destacam as relacionadas com a motivação do docente e os fatores que dificultam ou facilitam determinadas práticas e, de igual modo, bloqueiam ou impulsionam os processos de produção de novos conhecimentos por parte do professor, evidenciando processos de especialização do conhecimento.

Para isso, assumiu-se a noção de conhecimento especializado do professor de matemática (Carrillo et al., 2014; Carrillo-Yañez et al., 2018) que se refere a conhecimentos do professor de matemática atrelados à sua prática profissional específica. Foi utilizado o modelo analítico de mesmo nome conhecido por MTSK<sup>2</sup> e que é proposto pelos mesmos autores, porém essa escolha produziu desafios epistemológicos, visto que os trabalhos que exploravam essa noção até então não abordavam explicitamente aspectos socioculturais ou políticos. A falta de estudos prévios no recorte escolhido imprimiu a necessidade de garantir o rigor da pesquisa e uma abordagem metodológica específica foi desenhada. Grosso modo, consistiu em uma releitura do modelo MTSK detalhado por Flores-Medrano et al. (2014), dos métodos para uma teoria fundamentada (*Grounded Theory*) exposta por Corbin e Strauss (2015) e Charmaz (2006) e com reflexões lastreadas na perspectiva d'ambrosiana de Etnomatemática que, respectivamente, compuseram essencialmente a análise com três movimentos analíticos, sendo as dimensões da Etnomatemática (D'Ambrosio, 2015) a sustentação teórica que auxiliou uma análise de caráter holístico.

Dois professores de matemática, um residente na Espanha e outro no Brasil, que lecionavam para adolescentes de mesma faixa etária colaboraram com o estudo e, gentilmente, permitiram que suas aulas fossem observadas, responderam por escrito a questionários e concederam entrevistas. Os docentes expuseram conhecimentos que se referem à realidade imediata dos estudantes, os reconhecendo como originários de ambientes externos à escola e

---

<sup>1</sup> A palavra matemática será escrita com inicial em minúscula. O uso de inicial em maiúscula será feito quando se quiser ressaltar a Matemática de caráter exclusivamente acadêmico e formalizado.

<sup>2</sup> Para efeitos de padronização, são adotadas as iniciais do nome em inglês: Mathematics Teacher's Specialized Knowledge.

expuseram as relações que fazem com as especificidades do ensino de matemática. O presente texto apresenta um recorte da pesquisa envolvendo o professor brasileiro.

## 2. APORTES TEÓRICOS

A proposta de investigar o conhecimento do professor de matemática, em sua prática profissional específica, que leva em conta aspectos socioculturais e políticos dos contextos nos quais estão inseridos seus estudantes, se constitui como uma alternativa de pesquisa para contribuir com o Programa Etnomatemática (D'Ambrosio, 2015). Este, por sua vez, colabora para um caráter holístico à pesquisa.

O recorte realizado, de certa maneira, é uma busca de formas para combater as práticas escolares enraizadas que rejeitam o conhecimento trazido pelos estudantes e que são similares à rejeição ao conhecimento da população em geral, práticas estas apontadas por D'Ambrosio (2009). Ao assumir que há rejeições que são promovidas por práticas ligadas diretamente à matemática escolar, é razoável supor que há íntimas conexões com o conhecimento do professor de matemática em sua prática específica. Dessa forma, se julgou a noção de conhecimento especializado do professor de matemática como uma boa possibilidade para essa investigação.

A seguir são apresentadas considerações sobre o modelo MTSK (Carrillo-Yañez et al., 2018; Flores-Medrano et al., 2014), desenvolvido para promover compreensões a respeito da noção do conhecimento especializado do professor de matemática, bem como a opção por aproximações com a teoria fundamentada (Corbin & Strauss, 2015). Antes, no entanto, são apresentadas as reflexões alicerçadas na dinâmica do conhecimento, discutidas por D'Ambrosio em diversas oportunidades (1986, 2012, 2015).

### 2.1 Considerações sobre a dinâmica do conhecimento

Para D'Ambrosio (2012) o conhecimento humano é resultado de seus impulsos de *sobrevivência* e de *transcendência*. O impulso de sobrevivência é análogo aos de outros seres vivos, enquanto o impulso de transcendência seria a essência para ser (verbo) humano. A resposta desses impulsos são os produtos culturais humanos e estes se apresentam de formas distintas, podendo ser descritos pela tríade artefatos/sociofatos/mentefatos. Em uma simplificação, os artefatos são produtos que se apresentam fisicamente, os mentefatos são os produtos mentais e os sociofatos são as instituições que agem sobre os indivíduos. Esses produtos são sempre interligados, se manifestando simultaneamente, sendo suas produções impulsionadas pelos ambientes socioculturais e naturais que os indivíduos estão imersos.

Os produtos culturais fazem parte da realidade do indivíduo que é por ele processada mentalmente e, assim, o indivíduo gera novos produtos por meio de sua ação, o que inclui seu conhecimento. D'Ambrosio chama isso de ciclo vital e o sintetiza dizendo que a realidade “informa o **Indivíduo** que a processa e executa uma **Ação** que modifica a **Realidade** que informa o **Indivíduo**” (2012, p. 30). Esse ciclo é coerente com a ideia de que o homem “faz porque está sabendo e sabe por estar fazendo” (2012, p. 27).

Na obra de D'Ambrosio são recorrentes as referências aos artefatos e mentefatos, sem tanta atenção inicial aos sociofatos (D'Ambrosio, 1986). Esses, no entanto, passaram a ganhar maior destaque em trabalhos mais recentes na perspectiva d'ambrosiana, incluindo outros autores da área (D'Ambrosio, 2018; D'Ambrosio & Rosa, 2017; Rosa, 2019). Tanto as noções de mentefatos, sociofatos e artefatos, como o papel de cada um desses elementos nas pesquisas relacionadas à Etnomatemática ainda estão sendo compreendidos e isso se evidencia, por exemplo, em uma certa evolução no entendimento de mentefatos por parte de D'Ambrosio, que afirmou que são incorporados à realidade (1986), mas que recentemente afirma que existe um processo de reificação que transforma mentefatos em artefatos (2020) ou, ainda, em sociofatos (2018), sendo os mentefatos reservados aos processos mentais do indivíduo e, portanto, inacessíveis aos demais.

Entender o conhecimento do indivíduo também passa por entender sua interação com o ambiente onde está inserido. A escola, como todo sociofato, age sobre os indivíduos e essa interação escola/indivíduo, ou conhecimento escolar/conhecimento do indivíduo, é de interesse da Etnomatemática já que é uma dinâmica de *encontro*, que faz emergir novos conhecimentos. O professor de matemática, cuja figura profissional é um sociofato, é o principal executor dessa ação no que tange ao conhecimento matemático e, enquanto indivíduo, está inserido em grupos culturais específicos relacionados à escola, propondo e evidenciando práticas escolares que, aliás, são também práticas culturais (D'Ambrosio, 2009). Assim, o conhecimento do professor em sua prática específica ocupa o mesmo rol de interesse da área, como uma possibilidade de explorar o fenômeno do *encontro*, compreendendo de que forma é estabelecido, em especial relacionado à abertura que se dá aos contextos socioculturais e políticos que influenciam seus alunos e seus conhecimentos.

A noção de conhecimento especializado do professor de matemática foi julgada como adequada para essa tarefa por permitir que a análise pudesse, por vezes, extrapolar a esfera da matemática escolar para, em seguida, novamente conectar com a prática específica do docente e, assim, revelar as trilhas onde trafega o conhecimento que *se torna* especializado, as trilhas da especialização. O modelo MTSK (Carrillo-Yañez et al., 2018; Flores-Medrano et al., 2014), proposto para auxiliar uma análise alinhada a tal noção, foi o instrumento analítico natural para a tarefa.

## **2.2 Conhecimento especializado do professor de matemática**

A noção de conhecimento especializado do professor de matemática é apresentada por Carrillo et al. (2014), sendo que o caráter especializado se refere ao conhecimento que se relaciona especificamente à prática profissional específica do professor de matemática, de se ensinar matemática. Para tal, consideram a proposta de Shulman (1986) sobre o *conhecimento didático do conteúdo*, que não se resume nem ao conhecimento da disciplina científica, nem em aspectos gerais da didática.

O modelo MTSK surge após algumas dificuldades de uso da noção de *conhecimento matemático para o ensino* (KMT) formalizada por Ball et al. (2008) que consideraram que o professor apresenta um conhecimento matemático comum e outro especializado. O comum seria aquele que é de relevância para outros profissionais, enquanto o especializado seria aquele voltado especificamente à atividade educativa. Carrillo et al. (2014), no entanto, se

incomodam com a ideia de compreender a atividade do professor tendo como referência o conhecimento de outros profissionais, e concebem que todo o conhecimento do docente voltado à prática específica já é especializado, incluindo seu conhecimento matemático, sem promover comparação alguma entre profissionais. Para a construção do modelo MTSK, consideram o KMT (Ball et al., 2008), porém é construído sob a noção que propuseram, incorporando formas de sanar as dificuldades encontradas no KMT (Flores-Medrano et al., 2014).

Em reflexões sobre a natureza do conhecimento especializado, Scheiner et al. (2019) defendem que o conhecimento precisa ser entendido de uma forma holística e consideram que o conhecimento é manifestado por cada indivíduo de uma maneira e, assim, sugerem que o caráter especializado do conhecimento é atrelado a um *estilo de saber*<sup>3</sup>, que incorpora outros fatores que ainda precisam ser melhor entendidos.

### 2.2.1 Breve apresentação do modelo MTSK

O MTSK considera dois domínios do conhecimento do professor de matemática. Um é o *domínio do conhecimento matemático* (MK) e outro o do *conhecimento didático do conteúdo* (PCK). Além disso, as crenças do docente são consideradas como um elemento central que influenciam o conhecimento do professor.

O conhecimento do professor pode se manifestar de diversos modos, mais ou menos próximos entre si. Com finalidade analítica, pode-se pensar em formas principais de manifestação, que os proponentes do modelo chamam de subdomínios (Carrillo-Yañez et al., 2018; Flores-Medrano et al., 2014), mas que aqui serão chamados de *focos de atenção* pelo papel que desempenham no estudo, valorizando o caráter de auxílio para conduzir o olhar do pesquisador sobre os dados. Relacionadas aos focos de atenção, há categorias de conhecimento que, por motivo similar, aqui são identificadas como formas de *manifestação* do conhecimento. Adotou-se essas nomenclaturas para reforçar que não existem compartimentos estanques no modelo.

As tabelas 1 e 2 sintetizam brevemente os focos de atenção e manifestações de conhecimento. As manifestações de conhecimento apresentadas foram elencadas por Carrillo-Yañez et al. (2018), exceto as do conhecimento da prática da matemática, elencadas por Delgado-Rebolledo (2020).

As crenças, que permeiam e influenciam todo o conhecimento do professor de matemática, podem tanto estar associadas ao MK como ao PCK, que seriam as crenças sobre a Matemática e crenças sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática, respectivamente. A figura 1 representa graficamente tanto a centralidade das crenças, como os domínios e focos de atenção.

---

<sup>3</sup> Optou-se por assim traduzir *stile of knowing*, o termo utilizado pelos autores.  
APEduC Revista/ APEduC Journal (2021), 02(02),40-56

**Tabela 1- Conhecimento Matemático (MK)**

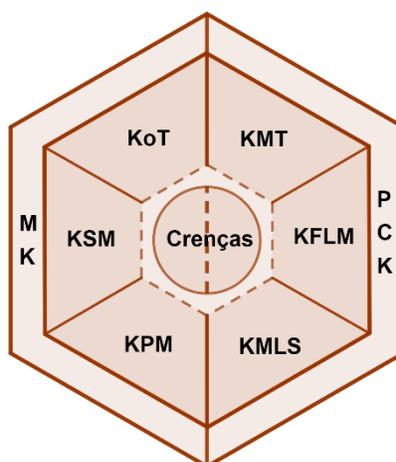
<b>Focos de atenção</b>	<b>Breve descrição</b>	<b>Manifestações</b>
Conhecimento dos temas (KoT)	Conhecimento matemático propriamente dito, mas também de aspectos fenomenológicos e significados de conceitos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procedimentos</li><li>- Definições, propriedades e fundamentos</li><li>- Registros de representação</li><li>- Fenomenologia e aplicações</li></ul>
Conhecimento da estrutura da matemática (KSM)	Relativo às relações entre os temas, reconhecendo a matemática como um sistema de conexões	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conexões de simplificação</li><li>- Conexões de complexificação</li><li>- Conexões auxiliares</li><li>- Conexões transversais</li></ul>
Conhecimento da prática da matemática (KPM)	Relativo, principalmente, à sintaxe matemática e às formas de demonstrar, argumentar ou definir utilizadas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Demonstrar</li><li>- Definir</li><li>- Resolver problemas</li><li>- Papel da linguagem matemática</li></ul>

*Nota.* Tabela baseada em Carrillo-Yañez et al. (2018), exceto informações relativa ao KPM, estas baseadas em Delgado-Rebolledo (2020).

**Tabela 2- Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK)**

<b>Focos de atenção</b>	<b>Breve descrição</b>	<b>Manifestações</b>
Conhecimento do ensino de matemática (KMT)	Relativo, principalmente, às estratégias de ensino e aos recursos didáticos específicos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Teorias de ensino da matemática</li><li>- Recursos de ensino (físicos ou digitais)</li><li>- Estratégias, técnicas, tarefas e exemplos</li></ul>
Conhecimento das características de aprendizagem da matemática (KFLM)	Relativo ao saber do professor sobre como os alunos aprendem, abarcando os erros que cometem, suas dificuldades e os obstáculos cognitivos que enfrentam, assim como a linguagem utilizada nas aulas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Teorias de aprendizagem da matemática</li><li>- Pontos fortes e dificuldades de aprendizagem da matemática</li><li>- formas de interação dos alunos com o conteúdo matemático</li><li>- concepções dos estudantes sobre a matemática</li></ul>
Conhecimento dos padrões de aprendizagem da matemática (KMLS)	Relativo, principalmente, ao conhecimento acerca do currículo institucional	<ul style="list-style-type: none"><li>- Expectativa de aprendizagem em uma etapa de ensino</li><li>- Expectativa de nível conceitual ou procedimental desenvolvido</li><li>- Sequenciamento de temas matemáticos</li></ul>

*Nota.* Tabela baseada em Carrillo-Yañez et al. (2018).



**Figura 1** Representação gráfica do modelo MTSK.

Nota. Figura adaptada de Carrillo et al. (2014).

### 2.3 Compreensões fundamentadas nos dados

Procedimentos para uma teoria fundamentada nos dados foram utilizados nesta pesquisa (Charmariz, 2006; Corbin & Strauss, 2015), porém, sem uma preocupação em aplicar os métodos apresentados Corbin e Strauss (2015) ou de Charmariz (2006) de forma estrita. A releitura utilizada se resume, basicamente, em uma única orientação: analisar os dados buscando um afastamento de referenciais teóricos prévios. As estratégias dos autores foram interpretadas tal como são – estratégias – e não implicam em uma obrigatoriedade de uso.

A teoria fundamentada foi inicialmente escolhida por já ser utilizada em pesquisas que consideram o MTSK (Escudero-Ávila, 2015; M. Á. Montes, 2015) e isso se constitui elemento suficiente para concluir que não há conflitos epistemológicos entre esta e o modelo MTSK. No entanto, tais trabalhos utilizam dessa abordagem com o principal objetivo de promover uma saturação de categorias e reforçar a segurança do modelo, por ser um instrumento teórico que possibilita delimitar a análise dos dados pela estratégia chamada de *top-down* e *bottom-up*, ou seja, por um lado se faz emergir dos dados novas categorias de manifestações de conhecimento, mas limitadas “por cima” pelo modelo MTSK e verificar se já estão por ele contempladas (*bottom-up*). Por outro lado, parte-se do modelo para analisar os dados (*top-down*) (Carrillo-Yañez et al., 2018; Escudero-Ávila, 2015). Porém, essa estratégia não foi adotada nesta pesquisa porque não havia a expectativa de que o modelo MTSK necessariamente fosse capaz de auxiliar em todos os aspectos que se queria, bem como não era objetivo propor uma nova estrutura ao modelo, ou reforçá-la, tarefa que pode ser feita posteriormente.

### 3. METODOLOGIA

A seguir se apresentam as linhas gerais da abordagem metodológica da pesquisa, realizada em duas etapas, cada uma dedicada a um professor. O presente artigo se concentra em apresentar um recorte representativo, sendo escolhido um trecho da segunda etapa, um estudo com um professor brasileiro, professor de escolas estaduais de São Paulo, chamado pelo pseudônimo de Jorge.

### 3.1 Coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados foram similares em cada uma das etapas e consistiu em observação de aulas, preenchimento de um questionário e uma sequência de entrevistas semiestruturadas.

Tinha-se como pressuposto que as aulas ministradas pelos docentes revelariam conhecimentos por eles mobilizados, porém se reconhece que tal revelação possui limitações, já que conhecimentos que dão suporte ao planejamento e realização das aulas podem nunca ser explícitos nesses momentos. Dessa forma, já se esperava que o conhecimento do professor sobre aspectos culturais e políticos da realidade imediata de seus alunos não aflorasse explicitamente durante as aulas de forma habitual. Isso se confirmou e, assim, as análises realizadas repousaram principalmente sobre as entrevistas.

A observação das aulas ocorreu no contexto da pandemia da COVID-19, quando as aulas haviam sido paralisadas. Jorge, em uma ação individual, resolveu entrar em contato com os estudantes pelas redes sociais e convidá-los para aulas por meio de videoconferência. Essas aulas, nas quais foi desenvolvida uma sequência didática sobre o tema de matrizes para estudantes da 2ª série do Ensino Médio<sup>4</sup>, que foram objeto de observação e análise.

A principal contribuição dessa fase foi gerar dados para subsidiar o planejamento do questionário, propondo perguntas que se relacionavam com as posturas adotadas e sobre o tema matemático abordado.

Tal qual a observação das aulas, o questionário teve a principal função de fornecer informações para a fase subsequente: as entrevistas. As perguntas foram planejadas de modo a evitar direcionamento explícito das respostas para se encaixarem em alguma manifestação de conhecimento especializado prevista no modelo MTSK. Essa opção foi considerada arriscada porque não havia garantia de que seria possível elencar manifestações de conhecimento sem um direcionamento, por outro lado havia a preocupação de que o modelo condicionasse as respostas e, assim, supostamente dificultasse a coleta de algum dado relevante. Além de ter se mostrado uma opção acertada, criou-se posteriormente o entendimento de que a ausência de alguns aspectos poderia revelar informações importantes.

Sobre as entrevistas semiestruturadas, foram planejadas duas para cada etapa. Houve preocupação em utilizar as questões previamente formuladas somente como norteadoras, garantindo um diálogo fluído.

As entrevistas se iniciaram traçando um perfil do docente e, em seguida, perguntas relacionadas às respostas dos questionários ou às observações das aulas. Entre a primeira entrevista, dividida em duas, e a outra, também dividida em duas, foi realizada uma análise preliminar à luz da teoria fundamentada, que auxiliou na elaboração de novas perguntas.

---

<sup>4</sup> O Ensino Médio, etapa de ensino obrigatória, possui três séries e atende estudantes de 15 a 17 anos.

### 3.2 Movimentos de análise

A análise foi dividida em três movimentos analíticos sobre os mesmos dados. O primeiro foi realizado mantendo uma postura de afastamento a referenciais teóricos prévios, com base na teoria fundamentada; o segundo fazendo uso do modelo MTSK e o terceiro em uma metanálise dos dados e dos outros dois movimentos tendo como referência as dimensões do Programa Etnomatemática, a dinâmica do conhecimento em uma perspectiva d'ambrosiana (D'Ambrosio, 2015) e a tríade de produtos culturais (artefatos, sociofatos e mentefatos).

A ordem dos movimentos de análise foi assim definida porque uma análise inicial com o modelo MTSK poderia posteriormente dificultar o afastamento teórico pretendido. E, diante da considerável quantidade de dados a se analisar, o primeiro movimento foi capaz de identificar temas que ao docente eram caros e, assim, continuaram a ser explorados no segundo movimento a partir de outro ponto de vista. A ordem foi seguida com rigor, ou seja, não se iniciou uma análise com o modelo antes de finalizado o primeiro movimento.

Utilizou-se o *software* MAXQDA de análise de dados qualitativos. Para os primeiros movimentos de cada etapa, foram realizados exercícios de aproximação aos dados que consistiram em transcrever as entrevistas, escutar os áudios ou ver os vídeos na íntegra antes de qualquer anotação. Foi amplamente usada a ferramenta de inserção de marcas de tempo do software, que possibilitam a consulta imediata ao trecho do áudio/vídeo correspondente.

No seguinte momento de aproximação, os áudios/vídeos eram escutados/vistos e informações relevantes eram marcadas livremente com etiquetas (categoria provisória) que representassem tal relevância. As transcrições das entrevistas foram o apoio necessário para conectar as etiquetas que serviriam posteriormente para consultas rápidas aos dados. Foram realizadas diversas anotações tanto em trechos específicos das entrevistas como nas etiquetas. A maior parte eram registros de perguntas referentes ao docente e os dados apresentados. São exemplos representativos dessas perguntas: *Por que o professor disse isso? Qual a importância desse tema para o docente?* Eram então levantadas possibilidades de respostas e, assim, estratégias e perguntas de certificação foram planejadas para as entrevistas subsequentes. Entre uma entrevista e outra a criação de etiquetas e de anotações foi feita sem tanto aprofundamento, sendo revisto depois de completado o ciclo de entrevistas.

A última parte do primeiro movimento consistia em agrupar as etiquetas similares, unindo algumas, dispensando outras, criando categorias que as abarcassem baseadas nas proximidades entre elas e, ainda, categorias de categorias. Um processo de refinamento foi constante durante o estudo.

O movimento analítico com o uso do modelo MTSK foi realizado elegendo um tema sensível, identificado no movimento anterior, que percorresse grande parte das entrevistas e que permitisse conectar com outros temas abordados. A postura adotada na aplicação do modelo foi a de observar os dados várias vezes, cada vez tendo em mente um foco de atenção proposto pelo modelo e, assim, ter um auxílio tanto para identificar o que ainda não tinha sido percebido, como para elencar o que era considerado como conhecimento, para daí construir compreensões.

Apesar de o modelo MTSK não elencar as ações do indivíduo, com a identificação de manifestações de conhecimento foi possível explorar as conexões dessas com suas crenças e a

suas ações. Foram elencadas ações e posteriormente relacionadas com os conhecimentos e crenças. Esses movimentos foram revistos em uma metanálise sob o viés da Etnomatemática.

#### **4. RESULTADOS**

O recorte apresentado representa a influência do referencial teórico sobre a coleta de dados e a análise. Refere-se à segunda etapa da pesquisa, com a participação de um professor brasileiro que leciona para a 2ª série do Ensino Médio de uma escola estadual de São Paulo.

##### **4.1 Emergência de tema sensível**

Em análise preliminar, buscando compreensões fundamentadas nos dados, observou-se que o docente fez referência de forma espontânea a fatores negativos do ensino dos produtos notáveis (tema da álgebra). Em resposta a uma pergunta do questionário, que versava sobre o ensino de matrizes para o Ensino Médio (as aulas observadas tratavam de matrizes), o docente argumentava que não aprofundava o tema com os estudantes porque ficaria inatingível para eles, gerando frustração, e relacionou imediatamente à frustração que os alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental<sup>5</sup> sentiriam no aprendizado dos produtos notáveis, visto que crianças dessa faixa etária não estariam prontas para esse tipo de abstração. Já na entrevista, relatou que se tivesse cursado o mestrado, teria desenvolvido sua pesquisa com a intenção de demonstrar o quão inadequado o currículo do oitavo ano era, e ao dar um exemplo dessa inadequação apresentou justamente o produto notável. Ao citar o mesmo tema espontaneamente em momentos distintos, percebeu-se assim a relevância do tema ao docente.

Embora o lastro com aspectos socioculturais e políticos não seja tão evidente à primeira vista, considerando o perfil econômico e sociocultural das comunidades que normalmente são atendidas pelas escolas estaduais paulistas em que trabalha/trabalhou, percebe-se que a análise que faz dos temas matemáticos presentes no currículo tem motivação justamente nesses aspectos, embora cite o aspecto biológico (idade dos estudantes).

A segunda entrevista esteve separada da primeira por aproximadamente dois meses, o que fortaleceu a suspeita de que o docente participante não teria lembrança tão viva do que havia sido discutido anteriormente. Planejou-se, assim, uma sequência de perguntas para explorar motivações e posturas do professor frente à análise que faz sobre o currículo do oitavo ano, embora o enfoque inicial fosse sobre o Ensino Médio. O professor foi estimulado a dizer, de forma livre, algum tema que havia tido dificuldades enquanto estudante, sem mencionar explicitamente tema algum e, dessa forma, verificar se traria o mesmo tema que hoje critica. Um excerto do diálogo é mostrado na Tabela 3.

---

<sup>5</sup> Voltado para estudantes de 13 anos.

**Tabela 3- Diálogo: emergência de tema sensível**

Interlocutor	Intervenção
Entrevistador	Você por acaso lembra quais foram suas dificuldades na aprendizagem de matemática, de preferência ligadas a algum conteúdo? [...]
Professor	Isso daí é coro com 90% dos alunos, hein, é produto notável, cara. Produto notável, acho que eles não <i>tão</i> prontos <i>pra</i> receber aquilo, e continua no mesmo lugar desde quando eu era aluno, ele continua lá no 8º ano, então quando... quando você <i>tá</i> numa fase que você não consegue abstrair tanto, vem produto notável [...] (Extrato da entrevista, fevereiro de 2021)

Essa entrevista explorou profundamente o tema e, devido à extensão, foi necessário dividi-la. Em outro dia, novamente conduz espontaneamente o diálogo, que era de outro tema, argumentando não ver sentido os produtos notáveis figurarem no currículo do oitavo ano, e lembra a última entrevista: “foi legal assim, a gente conversou na outra entrevista, foi meio uma psicologia matemática, eu falei – *Será que eu odeio tanto [produto notável no oitavo ano] porque eu era aluno e odiava ele como aluno também?*” (Extrato da entrevista, fevereiro de 2021). Esse trecho da entrevista sedimentou a percepção de que a opção metodológica de uma investigação fundamentada nos dados foi uma decisão acertada. Além disso, esse trecho contém a principal evidência de que a realização das entrevistas semiestruturadas propiciou um espaço de reflexão ao docente, assumindo o papel de atividade formativa para o professor.

Para ele, vários fatores sustentam a existência de uma idade certa para uma iniciação à abstração algébrica. Em uma de suas experiências docentes percebe que os alunos do oitavo não viam diferença alguma entre termos não semelhantes parecidos, tais como  $x^2y$  e  $xy^2$ , mesmo depois das aulas sobre o tema, concluindo que por volta de 80% dos alunos simplesmente não acompanhavam o que se falava e, cientes disso, os estudantes concluem algo parecido com: “*Meu, tô vendo que quando cai essas coisas de letra aí, eu não sei nada*” (Extrato da entrevista, fevereiro de 2021). Isso transformaria o oitavo ano no “gargalo do entendimento matemático” (Extrato da entrevista, dezembro de 2020), gerando frustrações e traumas irreversíveis e, por isso, se pudesse tomar a decisão, o assunto seria apenas tratado no Ensino Médio. Afinal, para ele, o assunto não é útil porque só é requisitado posteriormente e, também por isso, é um tema inatingível para os estudantes com essa faixa etária.

Apresenta ainda outras sustentações sobre a questão da idade. O docente afirma que o conteúdo não respeita a fase da criança, “pois nessa idade só querem correr e jogar” (Extrato da entrevista, dezembro de 2020) e a maioria dos alunos da escola particular que conseguem aprender, só conseguem porque tiveram condições de pagar por um professor particular que os condicionou e, por isso, só aprendem os mecanismos.

#### 4.2 MTSK: Um outro olhar

Auxiliado pelo MTSK, considerou-se os mesmos dados. O tema sensível identificado (produtos notáveis) foi escolhido para ocupar papel central nesse movimento analítico, que permitiu evidenciar detalhes da *especialização* do conhecimento do professor.

O caráter holístico sugerido pela Etnomatemática (D’Ambrosio, 2015) sustenta a não existência de limites precisos entre conhecimento e crença e, com isso, perseguiu-se na análise

aquilo que o professor proferiu, de que o currículo do oitavo ano está errado, o que foi inicialmente entendido como manifestação de uma crença. A seguir se resgata alguns trechos já abordados. A Tabela 4 organiza algumas manifestações de conhecimento, ou crenças, presentes no discurso do docente.

**Tabela 4- Produtos notáveis: manifestações de conhecimento ou crenças associados**

Discurso do docente	Manifestações envolvidas
Produtos notáveis constam no currículo oficial do 8º ano e isso está errado. Não se pode presumir, como faz o currículo, que diferenciar os termos não semelhantes nas formas $x^2y$ e $xy^2$ seja algo básico para o aluno.	Expectativa de aprendizagem (KMLS)
80% dos alunos não veem diferença alguma nos termos $x^2y$ e $xy^2$ mesmo depois da aula sobre o tema. Há dificuldade de compreensão sobre a notação de potência e da identificação/soma de termos semelhantes.	Dificuldade associada à aprendizagem (KFLM)
A introdução à abstração algébrica por meio dos produtos notáveis no 8º ano não é adequada à faixa etária, pois não respeita a fase das crianças, que estão em um fase concreta, “pois nessa idade só querem correr e jogar” (Extrato da entrevista, dezembro de 2020)	Nível de desenvolvimento conceitual ou procedimental (KMLS) Teoria pessoal de ensino (KMT)
Se pudesse, passaria o tema à 2ª série do Ensino Médio e criaria “quase um ano algébrico”, já que o estudante “só vai usar isso daí lá pra frente” (Extratos da entrevista, fevereiro de 2021).	Sequenciamento dos tópicos (KMLS) Teoria pessoal de Ensino (KMT)
Em suas tentativas, procurou utilizar expressões positivas, dizendo que o tema é <i>legal</i> e <i>desafiador</i> , por exemplo, com o intuito de trabalhar com o emocional dos estudantes. Afirma ainda que a escola trabalha pouco com o emocional.	Crença sobre ensino e aprendizagem da matemática
Tem a postura de procurar contextos para o tema, incluindo intramatemáticos. Utiliza as representações geométricas do produto notável.	Registros de representação (KoT) Estratégias e exemplos (KMT) Conexões transversais (KSM)

A dificuldade de seus alunos aprenderem o tema, constante ao longo dos anos em que é professor, com diferentes estratégias, com suporte de diferentes materiais didáticos, em escolas públicas e particulares e em escolas com propostas pedagógicas distintas, notadamente uma que valoriza técnicas e direcionada aos exames externos e outra, também assim direcionada, mas que valoriza a geometria e a conecta com a álgebra de forma sistemática, é um fator que sustenta fortemente a inadequação curricular. Assim, o docente começa a explorar as consequências disso e percebe que as notas dos estudantes a partir do oitavo ano começam a ser significativamente menores e que o interesse dos estudantes pela matemática também é menor.

Para ele, o “oitavo ano é traumático” (Extrato da entrevista, dezembro de 2020) e os estudantes tomam consciência de que não estão conseguindo aprender matemática, produzindo um “dano que é quase irreversível” (Extrato da entrevista, dezembro de 2020). Esses argumentos, aliás, surgem quando o professor está a discorrer sobre a dificuldade que os estudantes da 2ª série do Ensino Médio têm no estudo das matrizes e que, segundo ele, se inicia exatamente quando a notação  $a_{i,j}$  é apresentada, visto que a abstração exigida é similar à

do oitavo ano e, se não tivessem tido uma experiência negativa no passado, poderiam não desanimar nesse momento. No contexto da pandemia, o docente ministrava as aulas pela internet, cuja presença não era obrigatória, e sobre isso afirma:

“Dentro, ó, do nosso universo de aula, que tinha 6 alunos quando dei essa aula lá, a distância, que foi o comecinho. Foi a aula que começou a parar de ir gente. Até aquela aula ia seis, depois daquela aula, três. Então [...] aquilo começou a ficar não atingível [e eles começaram] a falar assim – *Meu, tô vendo que quando cai essas coisas de letra aí, eu não sei nada.*” (Extrato da entrevista, fevereiro de 2021)

Parte do trecho aqui destacado já foi citado anteriormente, mas isso retrata justamente os movimentos de análise da pesquisa, que observam os mesmos dados com outras abordagens, e ilustra que tais abordagens realmente fazem emergir conexões não percebidas e interpretações ainda não feitas.

### **4.3 Aspectos socioculturais e políticos na especialização do conhecimento**

Entender o caráter especializado do conhecimento do professor como um *estilo de saber* (Scheiner et al., 2019) é assumir que os processos individuais que levaram à construção de conhecimento estão a ele conectados, assim como é um reconhecimento de que se deve entender o conhecimento a partir de um ponto de vista holístico. Isso está em conformidade com as dimensões da Etnomatemática e da rede de conhecimentos citada por D’Ambrosio (2015). Assim, é possível entender o conhecimento especializado como um vínculo entre uma prática cultural específica (ensinar matemática na escola) e o conhecimento que permite essa prática (Ribeiro & Carrillo, 2019). Nesse sentido, tão importante quanto identificar conhecimentos específicos e compreender de que forma são importantes para a prática é compreender os vínculos entre a prática e o conhecimento.

Compreendendo uma rede de conhecimentos sendo formada por conhecimentos, crenças e ações do indivíduo e, em conformidade com a visão holística, que não podem ser perfeitamente separados, buscou-se identificar unidades hipotéticas desses elementos (conhecimento, crença e ação) para explorar seus possíveis vínculos. Esses vínculos se relacionam com aspectos que extrapolam a sala de aula, mas que produzem conhecimentos, crenças e ações do docente.

#### **4.3.1 Ações como produto de conhecimentos e crenças**

Quando questionado de que forma incorpora a realidade dos estudantes em sua prática docente, afirma que um desses modos é utilizar seu tempo didático para discutir provas de admissão em empregos que não exigem curso superior, que muitas vezes os próprios estudantes trazem para o professor. Identifica-se um padrão nessa ação do docente, pois os momentos que ele escolhe para discutir essas provas são aqueles que seriam destinados para um aprofundamento de temas que são julgados por ele como sem muita importância para o público atendido, ou que não desperta neles o interesse, considerando de forma evidente a realidade imediata dos estudantes. É o caso da multiplicação de matrizes. Esses temas parecem ser aqueles que se reduziram, principalmente, à aplicação de algoritmos ou regras.

A ação docente de substituir temas de aulas, trocando temas que estão no currículo pelas provas de admissão e pelos tópicos que ali estão contidos e que seriam “extremamente

básicos” (Extrato da entrevista, dezembro de 2020), é sustentada pelos conhecimentos e crenças expostos. O professor apresenta uma conexão direta entre o aprofundamento de alguns temas do Ensino Médio e o currículo do oitavo, pois seria ali que as dificuldades e os traumas dos adolescentes se iniciariam e, assim, as justificativas podem ser, com as devidas ressalvas, transpostas. Nessa transposição, nota-se que as manifestações de conhecimento (Tabela 4) são compatíveis com a decisão de não aprofundar alguns temas.

No ensino de matrizes, por exemplo, o docente apenas irá discutir a definição e alguns conceitos introdutórios. Para o docente, o currículo do oitavo gera traumas, os estudantes perdem o interesse quando há aprofundamento desses temas, os estudantes têm o perfil de não terem a expectativa de cursar uma graduação e, normalmente, não há incentivo da família para tal, então não há sentido em insistir no aprofundamento. Assim, ele busca algo que pode ser mais significativo e de interesse aos estudantes. Além disso, considera como uma oportunidade de retomar assuntos de que os estudantes têm dificuldades. A realidade dos estudantes é geradora dessa ação em que o professor substitui os temas.

Importante resgatar a informação de que o docente, em sua trajetória de estudante, teve dificuldades no aprendizado dos produtos notáveis e, durante as entrevistas, chega a se questionar se já considerava o currículo do oitavo inadequado antes de ser professor. Sua individualidade, de algum modo, auxilia para que o docente execute essa ação.

#### *4.3.2 Conhecimentos e crenças como produto de ações*

Jorge tem extensa experiência em lecionar para o 8º ano do Ensino Fundamental e diante da convicção da inadequação curricular, não aprofunda alguns temas com os alunos. Nas entrevistas o tema é profundamente debatido e fica evidente que o professor está sempre buscando novas reflexões sobre o assunto, e um de seus principais argumentos é que haveria uma idade adequada para aprender o tema. Se não fosse possível observar dificuldades de aprendizagem de forma recorrente sobre o mesmo tema, com estudantes da mesma faixa etária e ao longo de vários anos, não parece razoável que seria uma preocupação do docente imaginar se haveria ou não idade apropriada para o aprendizado de um conceito matemático. Dessa forma, infere-se que esse argumento surgiu em determinado momento como uma explicação plausível para aquilo que o professor vivencia em sua prática de ensino. A tentativa de ensinar, com as sucessivas dificuldades, o impulsiona para uma busca de outros modos de ensinar, mas também de justificativas de uma impossibilidade de ensino.

Outros modos de ensinar podem colaborar para a construção de novos conhecimentos ou crenças, enquanto algumas justificativas encontradas podem impedir ou adiar a construção de novos conhecimentos. Por exemplo, sobre ter sido contratado para trabalhar em uma escola particular cujo material adotado utiliza o completamento de quadrados para a resolução de equações quadráticas, disse: “não vou mentir pra você que eu nunca tinha visto [...] e achei interessante” (Extrato da entrevista, fevereiro de 2021). Infere-se que lecionou muitos anos sem conhecer a fundo essa forma de resolução e, assim, é razoável supor que sua escolha em não aprofundar o tema não gerou a necessidade em aprender com profundidade outras formas de aplicação dos produtos notáveis, o que só aconteceu pela nova realidade profissional.

Por outro lado, o docente começa a trabalhar em sala de aula as provas de admissão de empregos e, assim, passa a conhecer os temas que normalmente são pedidos, comparando-os com os que figuram no currículo, gerando conhecimentos relacionados a isso.

## 5. DISCUSSÃO

Uma aproximação inicial com os dados tendo como referência a construção de novas compreensões neles fundamentadas, ou seja, com um afastamento planejado de referenciais teóricos prévios (Charmariz, 2006; Corbin & Strauss, 2015), permitiu elencar um tema sensível e relevante para o docente, e explorá-lo. Essa aproximação foi realizada com perguntas sobre os motivos de os dados terem sido apresentados, especialmente os não previstos. No caso específico do tema sensível identificado, perguntas similares às seguintes foram fundamentais: *O que é relevante para o docente? Por que o docente traz o tema mesmo quando se fala de outra coisa? Será que o considera inadequado somente por sua experiência docente ou sua experiência enquanto aluno também é determinante?* Essa aproximação não foi capaz, por si mesma, de atingir os objetivos da pesquisa, mas sim de apontar caminhos para isso. Ainda, essa abordagem não só foi importante para a análise final dos dados, mas também em análises intermediárias, permitindo o planejamento dos próximos instrumentos de coletas de dados.

Sustentada pela Etnomatemática (D'Ambrosio, 2015), a visão de que o conhecimento é dependente dos ambientes socioculturais e naturais, e que há um ciclo para o conhecimento, influenciou na forma de uso do modelo MTSK (Carrillo et al., 2014; Carrillo-Yañez et al., 2018), visto que as ações do indivíduo foram incorporadas de maneira determinante na análise. As crenças, mentefatos que podem ter origem no ambiente sociocultural, foram resgatadas e ganharam, de fato, um papel central na análise.

Buscando uma análise com olhar holístico, entendendo que o conhecimento especializado pode ser interpretado como vínculo entre o conhecimento e a prática cultural da matemática escolar (Ribeiro & Carrillo, 2019) e compreendendo que o caráter especializado do conhecimento é atrelado a um estilo de saber (Scheiner et al., 2019), buscou-se evidenciar esses vínculos como os processos pelos quais a especialização acontece e, ainda, utilizar esses vínculos para compor um modo possível para compreender a rede de conhecimentos citada por D'Ambrosio (2015).

Há conhecimentos e crenças do docente que sustentam suas ações, por exemplo a escolha por não aprofundar temas constantes no currículo. Por outro lado, a própria ação tomada o faz buscar novos conhecimentos, seja para ter mais elementos para sustentá-la, seja para aperfeiçoar a própria ação. A compatibilidade desse processo com o ciclo vital do conhecimento definido por D'Ambrosio (2015) é notável, um processo contínuo em que o indivíduo muda sua realidade para depois ser mudado por ela.

## 6. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A presente pesquisa aponta para novas possibilidades metodológicas com enfoque sobre o conhecimento do professor de matemática. As interfaces exploradas entre o Programa Etnomatemática e o modelo do Conhecimento Especializado do Professor de Matemática (MTSK) são um convite para a construção de novas abordagens.

Do ponto de vista da Etnomatemática, é possível incorporar releituras de abordagens metodológicas que possam aferir rigor às pesquisas, colaborando para evidenciar interpretações e achados que são decorrentes de um posicionamento pessoal do pesquisador ou decorrentes de outros processos. Além disso, apesar de a Etnomatemática ser um programa de pesquisa bem determinado, muitos pressupostos assumidos não são exclusivos da Etnomatemática, como o fato de que os conhecimentos são consequência dos ambientes socioculturais e naturais onde o indivíduo está inserido. Essas interfaces são oportunidades para que tais pressupostos estejam presentes em diferentes correntes de pesquisa em Educação Matemática.

Do ponto de vista do modelo MTSK, os aspectos socioculturais e políticos puderam explicitamente tratados. O estudo permitiu evidenciar que os conhecimentos do professor que não são especializados e que têm lastro com a realidade imediata dos estudantes, dos contextos nos quais estão imersos, colaboram para auxiliar ou criar obstáculos para a construção de novos conhecimentos especializados. No caso particular do estudo, evidenciou-se que conhecimentos especializados, crenças e as ações do docente relacionados ao ensino dos produtos notáveis possuem influência de conhecimentos não específicos da profissão, existindo, na verdade, influências mútuas nessa interação. Ou seja, o processo de *especialização* pode ser explicado observando as conexões existentes entre o especializado e o que não é especializado.

## REFERÊNCIAS

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Carrillo, J., Contreras, L. C., Climent, N., Escudero-Ávila, D., Flores-Medrano, E., & Montes, M. Á. (2014). *Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas*. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.
- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, Á., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236–253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Charmaraz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: A practical guide through qualitative analysis*. London: SAGE Publications.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of Qualitative Research: Techniques and procedures for developing Grounded Theory* (4th ed.). SAGE Publications.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of Qualitative Research: Techniques and procedures for developing Grounded Theory* (4th ed.). London: SAGE Publications
- D'Ambrosio, U. (1986). *Da Realidade à Ação: reflexões sobre Educação (e) Matemática* (6th ed.). São Paulo: Summus.

- D'Ambrosio, U. (2009). *Matemática Acadêmica e Matemática Escolar: as mesmas ou diferentes?*. In: VI Congresso Iberoamericano de Educação Matemática/VI CIBEM, (pp. 65-72). Puerto Montt. Universidad de Los Lagos.
- D'Ambrosio, U. (2012). *Transdisciplinaridade* (3rd ed.). São Paulo: Palas Athena.
- D'Ambrosio, U. (2015). *Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade* (5th ed.). Belo Horizonte: Autêntica.
- D'Ambrosio, U. (2018). Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. *Estudos Avancados*, 32(94), 189–204. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0014>
- D'Ambrosio, U. (2020). An essay on Philosophy, Mathematics and Culture. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 8(18), 571–594. <https://doi.org/10.33361/rpq.2020.v.8.n.18.345>
- D'Ambrosio, U., & Rosa, M. (2017). Ethnomathematics and Its Pedagogical Action in Mathematics Education. In M. Rosa, L. Shirley, M. E. Gavarrete, & W. v. Alanguí (Eds.), *Ethnomathematics and its Diverse Approaches for Mathematics Education* (pp. 285–305). Switzerland: Springer International Publishing AG
- Delgado-Rebolledo, R. (2020). *Una propuesta de categorización del conocimiento de la práctica matemática de profesores universitarios*. (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso).
- Escudeiro-Ávila, D. (2015). *Una caracterización del conocimiento didáctico del contenido como parte del conocimiento especializado del profesor de matemáticas de secundaria* (Doctoral dissertation, Universidad de Huelva).
- Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Montes, M., Aguilar, Á., & Carrillo, J. (2014). Nuestra Modelación del Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas, el MTSK. In J. Carrillo, L. C. Contreras, N. Climent, D. Escudero-Ávila, E. Flores-Medrano, & M. Á. Montes (Eds.), *Un Marco teórico para el Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas*, (pp. 57-72). Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones
- Lakatos, I. (1978). *A Lógica do Descobrimiento Matemático: Provas e Refutações* (J. Worrall & E. Zahar, Eds.). Rio de Janeiro: Zahar Editores
- Montes, M. (2015). *Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas acerca del infinito. Un estudio de caso*. (Doctoral dissertation, Universidad de Huelva).
- Ribeiro, R. D., & Yañez, J. C. (2020). Conhecimento, conhecimento especializado e cultura: reflexões conceituais. In *IV Congresso Iberoamericano sobre Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas: Texto electrónico* (pp. 201-209). Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.
- Rosa, M. (2019). Glocalización y Educación Matemática: Sobre el Dinamismo de los Encuentros Entre las Culturas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 32(1), 451–460.
- Scheiner, T., Montes, M. A., Godino, J. D., Carrillo, J., & Pino-Fan, L. R. (2019). What Makes Mathematics Teacher Knowledge Specialized? Offering Alternative Views. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 153–172. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9859-6>
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.

## ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: O CASO DE UM CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM ELETROTÉCNICA

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL LITERACY: A CASE STUDY OF ONE INTEGRATED TECHNICAL HIGH SCHOOL COURSE IN ELETROTECHNOLOGY

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA: EL CASO DE UN CURSO TÉCNICO INTEGRADO EN ELETROTÉCNICA

Elison Victor Braga da Silva<sup>1</sup>, Marina Moraes Borges<sup>1</sup>, Albino Oliveira Nunes<sup>1</sup> & Rosana Franzen Leite<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Brasil  
albino.nunes@ifrn.edu.br

**RESUMO** | A educação brasileira é historicamente estruturada de maneira dual e sua superação parte do desenvolvimento de cidadãos integrados à sociedade e que desenvolvam atitudes reflexivas e críticas, como pressupõe a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Para tanto, neste artigo são analisadas as impressões sobre ACT no curso integrado de Eletrotécnica de um campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN. Para tal, foram realizadas entrevistas estruturadas com três docentes ex-coordenadores do curso. A análise de dados se deu pela Análise de Conteúdo temática segundo Bardin (2002), com categorias emergentes. A análise aponta traços positivistas nas ideias dos entrevistados, que visualizam a ciência como a expressão da verdade e a tecnologia como promotora de progresso. Entretanto, encontrou-se aspectos de contribuições efetivas do curso para a formação do cidadão, com a contextualização dos conhecimentos das ciências e compreensão do impacto na realidade imersa em C&T.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação profissional, Literacia científica e tecnológica, Ensino médio integrado, Eletrotécnica.

**ABSTRACT** | Brazilian education is historically structured in a dual manner, and overcoming this system begins as citizens that are integrated in society and can cultivate reflective and critical attitudes are developed, as the concept of Scientific and Technological Literacy (STL) predicates. Thus, this article analyses the opinions about STL in the integrated Electrotechnology high school course in a Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte (IFRN) campus. For such, structured interviews were conducted with three teachers who are former coordinators of the course. The analysis points to positivist traces in the interviewee's' ideas, as they see science as an expression of truth, and technology as a promoter of progress. However, we found evidence that the course effectively contributes to the education of citizens, with the contextualization of science knowledge, and comprehension of the impact of Technology.

**KEYWORDS:** Professional education, Scientific and technological literacy, Integrated high school education, Electrotechnology.

**RESUMEN** | La educación brasileña es históricamente estructurada de manera dual y su superación parte del desenvolvimiento de ciudadanos integrados en la sociedad y que desarrollen actitudes reflexiva y críticas, como presupone la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT). Para eso, en este artículo se analizan las impresiones sobre la ACT en el curso integrado de Electrotécnica de un campus del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rio Grande do Norte - IFRN. Para eso, fueran realizadas entrevistas estructuradas con tres docentes ex-coordenadores del curso. El análisis de datos se dio por el Análisis de Contenido temático según Bardin (2002). El análisis apunta rasgos positivistas en las ideas de los entrevistados, que ven la ciencia como la expresión de la verdad y la tecnología como promotora del progreso. Se encontró aspectos de contribuciones efectivas del curso para la formación del ciudadano, con la contextualización de los conocimientos de las ciencias y comprensión de su impacto.

**PALABRAS CLAVE:** Educación profesional, Alfabetización científica y tecnológica, Enseñanza secundaria integrada, Electrotécnica.

## 1. INTRODUÇÃO

A atualidade do século XXI é um verdadeiro complexo de revoluções iniciadas há séculos e que se fazem sentir no cotidiano. Seja por meio da Revolução Industrial, que transformou o modelo de produção mercantilista, ou da Revolução Francesa, essencial para delinear os direitos básicos humanos, tudo de mais concreto que conhecemos advém de experiências passadas e construções historicamente situadas. Dessa forma, pensar essas mudanças como finalizadas é uma completa ilusão.

Paralelamente, no campo educativo e na realidade brasileira, enfrentamos a problemática dualidade estrutural. Esse modelo, que se constituiu como duas redes de escolarização bem definidas, o ensino técnico e o superior, ainda é marcante em nosso país. Por meio delas, respectivamente, há a formação de trabalhadores manuais e dos chamados intelectuais (Xavier & Fernandes, 2019).

Por questões econômicas, alunos, geralmente com condições monetárias menos abastadas, são conduzidos a integrarem a educação técnica de nível fundamental e médio, cuja finalidade principal é o imediatismo do mercado de trabalho. Para atender essa necessidade, dá-se preferência ao ensino de habilidades manuais, em detrimento das intelectuais, que ficam sob tutela dos que detêm poder aquisitivo. Vale salientar também que essa dualidade não é recente e, sim, um produto histórico de vários séculos. Segundo Ciavatta e Ramos (2011, p. 36), ela “[...] se expressa, historicamente, desde a Colônia, pela reprodução das relações de desigualdade entre as classes sociais, destinação do trabalho manual dos escravos e, depois, aos trabalhadores livres, e o trabalho intelectual para as elites”.

A dualidade da educação, além de refletir as desigualdades de classe, é uma estratégia para perpetuá-las. Determinando quem recebe certo conhecimento, ela também segrega quem pensa e quem age, quem manda e quem obedece, reproduzindo a estrutura social da lógica mercantilista, de possuir sempre uma burguesia pensante e dominante. Como consequência, surge, na própria população, um apreço pelo ensino superior e uma desconsideração do ensino profissionalizante, enxergando-o como segunda opção e um meio intermediário (Lacerda, 1997).

Para superar essas dificuldades, uma das possíveis respostas coerentes é a constituição de um cidadão plenamente pensante e crítico, integrado a essa sociedade tecnológica em formação que, de acordo com Fumeiro, Silveira, Martins & Omena (2019), pode ser alcançado pela Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Assim, o problema de pesquisa que se impõe é: Qual a contribuição do curso técnico Integrado em Eletrotécnica para a alfabetização científica e tecnológica dos seus estudantes? Desta forma, o objetivo desse estudo é compreender se e como há a efetivação da ACT em um curso Técnico Integrado de Eletrotécnica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Entre diversos pesquisadores (Auler & Delizoicov, 2001; Santos, 2007; Carvalho, 2009; Sasseron & Carvalho, 2011; Fontoura, Pereira & Figueira, 2020; Lopes & Garcia, 2021) há o consenso de que a Alfabetização Científica e Tecnológica é um dos principais objetivos da educação científica. Há, contudo, entre esses uma diversidade de concepções sobre a natureza

desejável da ACT a ser desenvolvida e mesmo sobre o termo mais apropriado: letramento, literacia ou alfabetização (Santos, 2008).

No escopo desse estudo adotamos a expressão alfabetização científica e tecnológica por dois motivos. Entendemos, assim como Sasseron e Carvalho (2011), que o termo não se restringe a aquisição dos códigos da ciência e concordamos com Cajas (2001) sobre a necessidade de uma alfabetização tecnológica para todos, que aborde questões gerais de tecnologia, uma vez que essa é uma forma de conhecimento próprio e não apenas uma extensão dos conhecimentos científicos.

Há, no entanto, que se levar em consideração no escopo desse estudo as questões que revestem a ACT dentro de cursos técnicos integrados de nível médio. Ainda que, a princípio possa parecer lógico investigar as relações que envolvem a ACT nesses cursos, a educação profissional e tecnológica brasileira tem sido discutida a partir de outros referenciais e quase não se encontram textos que busquem refletir sobre essa realidade. Uma das poucas exceções é o trabalho do professor Lacerda (1997) no qual essa discussão é feita do ponto de vista teórico. Para esse pesquisador:

“Entre os diferentes objetivos que podem ser associados ao ensino técnico, seis estão em primeiro plano: 1. Desenvolver habilidades e conhecimentos de resolução de problemas; 2. Desenvolver habilidades e conhecimentos relacionados à concepção e à criação; 3. Fornecer uma alfabetização social, cultural, científica e tecnológica de qualidade; 4. Favorecer a compreensão da profissão através do desenvolvimento de uma reflexão aprofundada sobre a área de formação, sua extensão, seus limites e objetivos; 5. Favorecer o domínio, através de um conhecimento adequado, dos objetos técnicos e tecnológicos; 6. Instrumentar o aluno para enfrentar a evolução da área de formação quanto ao avanço científico e tecnológico” (Lacerda, 1997, pp. 101-102).

Vê-se que os objetivos traçados pelo autor são convergentes com os objetivos da educação científica argumentados por Chassot (2003) e da alfabetização tecnológica (Cajas, 2001). Notamos, desta forma, que a partir dessa definição de objetivos, a educação profissional de nível médio deveria promover a ACT nos estudantes como forma de prepará-los para a vida em uma sociedade científica e tecnologicamente cambiante.

### **3. METODOLOGIA**

A pesquisa aqui relatada caracteriza-se como qualitativa (Richardson, 2017), pois não busca quantificar, mas sim compreender o pensamento dos docentes entrevistados sobre a alfabetização científica e tecnológica no curso estudado. De natureza básica (Gerhardt & Silveira, 2009), pois não pretende em um primeiro momento interferir na realidade educativa, e exploratória quanto aos seus objetivos (Richardson, 2017), por trabalhar uma realidade pouco conhecida.

Quanto ao lócus da pesquisa, esta foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Especificamente no curso técnico integrado em Eletrotécnica. É um curso de nível médio profissionalizante ofertado a estudantes egressos do ensino fundamental que em média tem 15 anos de idade. Possuem componentes curriculares propedêuticos e profissionalizantes em sua matriz curricular e uma orientação para a integração

desses dois blocos temáticos. Com entrada anual de 36 estudantes no campus analisado, o curso desenvolve-se em quatro anos e possui reconhecimento de qualidade no estado e país.

Essa investigação foi realizada com de entrevistas estruturadas, realizadas por meios digitais durante o mês de dezembro de 2020 com três ex-coordenadores de curso que atuam ainda como professores do curso de eletrotécnica no campus estudado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Os entrevistados tiveram acesso prévio ao roteiro de entrevista e responderam livremente aos questionamentos em videochamada por *Google Meet*.

Sobre os professores selecionados para a entrevista, todos são do quadro efetivo e ex-coordenadores do curso, todos possuem graduação em Engenharia Elétrica, sendo dois doutores em Engenharia Elétrica e um mestre em Sistemas de Comunicação. O tempo médio de docência é de dez anos e as experiências de tempo de coordenação são de 5, 1 e 2 anos para os Ex-coordenadores 1, 2 e 3. A escolha da amostra foi pautada pelo tempo de docência (mínimo de cinco anos), por fazer parte do quadro efetivo do campus e por ter a experiência de coordenação, tendo, necessariamente a visão global do curso. Enquadram-se nessas condições quatro docentes dos quais três se dispuseram a participar.

Os dados obtidos com as entrevistas foram analisados conforme elementos da análise de conteúdo descrita por Bardin (2002), realizando-se inicialmente uma leitura flutuante, seguida de emergência de categorias *a posteriori* e categorização das falas dos entrevistados.

#### **4. RESULTADOS**

Ao analisarmos os dados da primeira questão (quadro 1) podemos relacionar algumas categorias às etapas anteriores do estudo. A primeira categoria que emerge dos dados é a questão curricular na qual se percebe que, entre os três entrevistados há concordância de que existe total relação entre C&T no âmbito do curso. Dois apontam que a questão é trabalhada dentro do currículo formal do curso, mas um dos ex-coordenadores aponta que para além das atividades previstas no plano de curso, as atividades de iniciação científica têm um papel importante na compreensão dos aspectos citados. Há que se destacar que nem todos os estudantes participam de tais atividades, porém igualmente relevante que parte dos estudantes matriculados ainda em um curso de nível médio possam ter acesso a tais atividades.

### Quadro 1 - Relação entre ciência e tecnologia no curso técnico

**Questão:** Qual a sua opinião sobre a relação entre os conhecimentos científicos e tecnológicos no curso integrado de Eletrotécnica?

Categoria	Subcategoria	Unidade de Sentido
Curricular	Currículo expresso no PPC do curso	“Estão bastante interligados desde a construção do PPC do curso, nos seus objetivos, perfil profissional, diretrizes pedagógicas, definição das disciplinas, corpo docente e técnico, equipamentos e laboratórios [...]” (Ex-coordenador 1)
	Currículo oficial e atividades complementares	“No curso de eletrotécnica os conhecimentos científicos e tecnológicos se dão nas disciplinas do curso, seja da formação geral ou técnica, porém a pesquisa de fato e aplicação desses conhecimentos à tecnologia não compete a todos os alunos egressos do curso, somente aqueles que participam de projetos de pesquisa, seja para uso de prática profissional ou não, é que de fato tem contato com a ciência e tecnologia em sua essência. [...]” (Ex-coordenador 1)
Metodologia Científica	Visão tradicional	“Quando falo do contato da ciência e tecnologia em sua essência é seguir todos os ritos de uma pesquisa, tais como: pesquisa bibliográfica, estado da arte, formulação de hipótese, etc. (Ex-coordenador 1)
Relação Ciência e Tecnologia	Visão Linear	“Uma relação muito próxima, muito apropriada, bastante proveitosa. Nas disciplinas de ciências exatas é fornecido o conhecimento científico necessário para alicerçar a construção do conhecimento técnico.” (Ex-coordenador 3)

**Fonte:** *Elaboração própria (2021).*

A segunda e a terceira categorias elencadas no quadro 1, são elementos de uma visão positivista que parece estar associada ao curso. Ainda que não possamos em uma entrevista com poucos participantes afirmar, restam como indícios a serem pesquisados em trabalhos posteriores. Inicialmente, a questão do método científico (e tecnológico) com etapas bem definidas e a seguir a relação entre C&T como linear. Essa visão linear sobre a relação entre Ciência e Tecnologia presente também na fala dos docentes, corrobora a possibilidade de um elo entre o que pensam os docentes e o que os alunos aprendem a acreditar. Podemos inferir que há uma transposição do pensamento sobre C&T para o plano do ensino em que “(...) *Nas disciplinas de ciências exatas é fornecido o conhecimento científico necessário para alicerçar a construção do conhecimento técnico.*” (Ex-coordenador 3). Há que se destacar que na fala desse professor fica clara a existência de um conhecimento técnico específico oriundo (ou subordinado) ao conhecimento das ciências da natureza (CN), o que além de privilegiar as CN esquece das contribuições da Ciências humanas para a constituição do conhecimento técnico.

O segundo questionamento, cujas respostas se encontram no quadro 2, foi elaborado com base na argumentação sobre a necessidade de uma ACT que visasse não apenas conhecimentos específicos, mas também, conhecimentos gerais de tecnologia, tais como a ideia de controle.

## **Quadro 2 - Conhecimentos gerais de tecnologia**

<b>Questão:</b> Existem conhecimentos gerais sobre tecnologia ensinados no curso integrado de eletrotécnica? Quais seriam na sua opinião?		
Categoria	Subcategoria	Unidade de Sentido
Conhecimentos gerais de tecnologia		“Sim, existem. Estão nos núcleos estruturantes e articulador de acordo com o PPC do curso.” (Ex-coordenador 1)
	Existência	“Sim, as disciplinas técnicas oferecem isso. Desde o funcionamento até o manuseio dessas tecnologias principalmente aplicadas a área do curso. Por exemplo, hoje os alunos de eletrotécnica nas disciplinas de eletrônica e projeto integrador aprendem a programa microcontrolador, desenvolver aplicativos, programa e manusear CLPs.” (Ex-coordenador 2)
	Não existência	“Não diria que há uma formação geral sobre tecnologia no curso. Os conhecimentos tecnológicos abordados no curso estão no campo da eletrotécnica. Há uma ênfase na execução e manutenção de instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais. E ainda há uma boa cobertura de conhecimentos em eletrônica e automação industrial.” (Ex-coordenador 3)

**Fonte:** *Elaboração própria (2021).*

Sobre esse aspecto os professores apresentam três posicionamentos distintos, um acredita que não haja tais conhecimentos no curso, outro afirma existir, mas exemplifica apenas com conhecimentos particulares e outro afirma que existe, atribuindo às disciplinas do núcleo estruturante e articulador, sem referir quais seriam tais conhecimentos. Fazemos aqui a leitura de que, ainda que existam tais conhecimentos no curso, não há, possivelmente, uma discussão aprofundada sobre o tema, uma vez que mesmo os ex-coordenadores tem consenso sobre o tema.

Do ponto de vista de uma ACT em acordo com a ideia de uma educação que rompa com a dualidade estrutural da educação brasileira, tal posicionamento não contribui. Existem indícios na fala dos docentes que a alfabetização científica e tecnológica está centrada apenas em conhecimentos concretos do campo de futura atuação do técnico, contrariando as próprias orientações institucionais sobre o tema que apontam sobre uma formação integral em oposição à formação para o mercado de trabalho.

Já o quadro 3 traz as interpretações a respeito da relação existente entre a ciência e a tecnologia, dando ênfase à opinião dos entrevistados no que diz respeito às definições tanto de ciência quanto de tecnologia. Nessa perspectiva, podemos observar que houve o surgimento de uma categoria e desta surgiram três subcategorias.

### Quadro 3 - Relação entre ciência e tecnologia

Questão: Você poderia me definir rapidamente o que é ciência e o que é tecnologia e a relação estabelecida entre ambas?		
Categoria	Subcategoria	Unidade de Sentido
Ciência e Tecnologia	Definição de ciência	“Tomo como ciência a condição de adquirir conhecimento por meio de pesquisas. [...]” (Ex-coordenador 1)
		“Ciência representa os conhecimentos que são desenvolvidos/construídos pela humanidade. [...]” (Ex-coordenador 2)
		“Área do conhecimento que visa entender e explicar o comportamento, características e propriedades de fenômenos físicos, químicos, biológicos e de outras áreas.” (Ex-coordenador 3)
	Definição de tecnologia	“[...] tecnologia creio que seja, a aplicação desse conhecimento adquirido por meio da ciência. [...]” (Ex-coordenador 1)
		“[...] tecnologia seria aplicação desses conhecimentos adquiridos em favor da humanidade [...]” (Ex-coordenador 2)
		“Se utiliza do conhecimento científico nas diversas áreas para manipular fenômenos (físicos, químicos, biológicos), transformar materiais (matéria prima) e desenvolver aplicações úteis ao homem e a sociedade.” (Ex-coordenador 3)
Interações entre ciência e tecnologia	“[...] considero que só existe tecnologia com ciência, assim como considero que existe ciência sem tecnologia, uma vez que existe vários tipos de pesquisas.” (Ex-coordenador 1)	

**Fonte:** Elaboração própria (2021).

A categoria que emerge nessa questão diz respeito à ciência e à tecnologia, de maneira que sua primeira subcategoria evidencia o modo como os professores definem a ciência. Percebe-se que a palavra-chave das unidades de sentido em destaque é “conhecimento”, deixando margem para a interpretação de que há uma concordância entre os entrevistados no sentido de que estes enxergam a ciência como sendo o conhecimento sistematizado da humanidade, seja aquele já produzido ou o vindouro.

Já no que concernem às definições de tecnologia, também se percebe que os docentes seguem uma mesma linha de raciocínio, apontando para a compreensão de que se trata justamente da aplicação prática dos conhecimentos científicos. Em outras palavras, podemos dizer que eles consideram que a tecnologia é um desdobramento da ciência ou a materialização dessa.

No que tange a terceira subcategoria, que destaca o modo como os entrevistados consideram que a ciência se relaciona com a tecnologia, apenas o ex-coordenador 1 deixou explícita a maneira como ele enxerga essa imbricação. A ponderação do docente é no sentido de que há total dependência da tecnologia em razão da ciência

Por conseguinte, a próxima pergunta analisada (quadro 4) fez emergir três categorias centrais e suas respectivas categorias subcategorias que evidenciaram o modo como os ex-coordenadores percebem as compreensões dos discentes a respeito dos impactos sociais causados pela produção e aplicação das tecnologias.

#### Quadro 4 - Compreensões dos alunos acerca das implicações sociais das tecnologias

**Questão:** Os alunos conseguem compreender as implicações sociais, usos e limitações das tecnologias ensinadas no curso técnico integrado? Em caso afirmativo, quais são as principais implicações, usos e limitações que você acha que eles aprendem?

Categoria	Subcategoria	Unidade de Sentido
Compreensões sobre a tecnologia		“[...] veem as implicações de suas pesquisas quando eles divulgam os resultados para a sociedade e enxergam que aquilo pode mudar vidas [...].” (Ex-coordenador 1)
	Implicações sociais	“Acredito que em grande parte os alunos conseguem compreender esse aspecto, pois as próprias ementas das disciplinas (em sua maioria) já indica essas implicações [...]” (Ex-coordenador 2)
		“Difícil responder até que ponto eles têm esta compreensão. Acredito que nem todos alcançam uma compreensão plena. Mas entendem quão transformador são as tecnologias para a melhoria das condições de vida da sociedade [...]” (Ex-coordenador 3)
	Limitações na aplicação e uso	“[...] durante da pesquisa enxergam as limitações de tempo, pois precisam conciliar com os seus estudos, e financeiro, pois algumas pesquisas requerem um bom esforço financeiro.” (Ex-coordenador 1) “As limitações ficam por conta do acesso as tecnologias que ainda são caras no Brasil, muita coisa tem que vir de fora.” (Ex-coordenador 3)
Tecnologia e sociedade	Uso no cotidiano	“Entendem por exemplo que hoje é possível levar eletricidade a comunidades isoladas por meio de células fotovoltaicas [...]”(Ex-coordenador 3)
	Impactos socioambientais	“[...] as novas tecnologias afetam a sociedade, especialmente nos aspectos ambientais, socioeconômicos e de sustentabilidade.” (Ex-coordenador 2)
Conceitual	Visão reducionista	“[...] um celular é um ponto de acesso um universo de informações. [...] As limitações ficam por conta do acesso as tecnologias que ainda são caras no Brasil, muita coisa tem que vir de fora.” (Ex-coordenador 3)

**Fonte:** *Elaboração própria (2021).*

A primeira dessas categorias destaca as compreensões discentes sobre a tecnologia, de modo que a primeira subcategoria dá ênfase às implicações sociais do seu uso. Parece ser consenso entre os docentes que nem todos os discentes possuem uma compreensão plena a respeito do assunto, porém consideram que o processo de socialização de pesquisas que são desenvolvidas por esses estudantes, ao longo do curso, pode figurar como uma materialização, para que possam visualizar de forma prática como a tecnologia implica na sociedade nas mais diversas esferas. Já a segunda subcategoria, que versa sobre as limitações que existem para se aplicar a tecnologia, o ex-coordenador 1 destaca as questões temporais e financeiras, que se relaciona com as ideias do ex-coordenador 3 que cita o alto valor de novas tecnologias, fato que dificulta o acesso (e aplicação).

Na segunda categoria se destaca a tecnologia e a sociedade, de modo que subcategoria “uso cotidiano” mostra um exemplo prático, de acordo com a visão do ex-coordenador 3, de como as tecnologias (com ênfase para aquelas estudadas no curso técnico) podem ser utilizadas no dia a dia das pessoas e comunidades. Por conseguinte, a segunda subcategoria “impactos

socioambientais”, emergiu do destaque dado pelo ex-coordenador 2 as implicações tanto sociais quanto ambientais que o uso das tecnologias pode ocasionar.

Ademais, a terceira categoria trata da compreensão conceitual a respeito da tecnologia e suas respectivas aplicações, na qual podemos observar uma visão reducionista da tecnologia, tratada como um simples instrumental ou aparato tecnológico

A questão subsequente (quadro 5) trouxe à tona três categorias que se referem ao uso (prático ou teórico), pelos estudantes, dos conhecimentos que são apreendidos ao longo do curso técnico, considerando esse uso não só nas atividades profissionais, mas também no cotidiano, em locais que estejam para além do campo técnico.

#### **Quadro 5 - Aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso técnico**

<b>Questão:</b> Os conhecimentos adquiridos no curso técnico podem ser utilizados em outros contextos que não o da formação para o mercado de trabalho? Onde você acha que os estudantes podem aplicar/aplicam esses conhecimentos?		
Categoria	Subcategoria	Unidade de Sentido
Formação	Para além do mercado de trabalho	"[...] acho que o nosso curso prepara o aluno para vida, pois além dos conhecimentos técnicos eles adquirem certas competências e habilidades, não só nas disciplinas do curso, mais em tudo que a escola oferece (Esporte, lazer, atividades artístico-culturais, olimpíadas do conhecimento, etc.). Portanto nós oferecemos todo esse suporte, e daí ele decide se quer verticalizar seus estudos em uma universidade, ingressar no mercado de trabalho, etc." (Ex-coordenador 1)
		"O curso técnico em eletrotécnica (e outros cursos também) exige do aluno disciplina/organização quanto a sua rotina de estudo. Isso já contribui para que o estudante utilize essa disciplina/organização em qualquer espaço que venha a atuar." (Ex-coordenador 2)
		"As práticas de laboratório também contribui na formação para vida (digamos assim), pois explora habilidades manuais e cognitivas, limitações, trabalho em grupo, trabalho orientado [...]"(Ex-coordenador 2)
Institucional	Projeto Pedagógico do Curso	"Os conhecimentos podem ser aplicados no dia-dia dentro de casa." (Ex-coordenador 3)
		"Em vários contextos, pois os PPC's dos cursos técnicos apontam para uma formação mais ampla, crítica e ética quanto ao mundo do trabalho, e não um mercado de trabalho específico." (Ex-coordenador 2)
Aplicação dos conhecimentos	Visão ampla	"[...] o nosso curso prepara o aluno para vida, pois além dos conhecimentos técnicos eles adquirem certas competências e habilidades [...]"(Ex-coordenador 1)
		"[...] contribui para que o estudante possa entender/conviver em nossa sociedade que também possui suas normas/regras, pois no próprio processo de desenvolvimento do curso, ao se estudar normas/regras, entende-se porque elas existem, suas limitações, onde não se aplica, etc. As práticas de laboratório também contribui na formação para vida [...]" (Ex-coordenador 2)
	Visão reduzida	"Podem reparar eventuais problemas na instalação elétrica ou em equipamentos de casa ou pelo menos apontar possíveis causas para estes

eventuais problemas. Também no contexto da eficiência energética, podem adotar práticas que economizam energia, pois terão conhecimento pra isso. Outro exemplo, quando precisarem adquirir algum equipamento elétrico importante os conhecimentos adquiridos embasarão uma boa especificação técnica.” (Ex-coordenador 3)

**Fonte:** *Elaboração própria (2021).*

A primeira categoria se refere à formação dos discentes e sua subcategoria versa sobre o desenvolvimento das habilidades destes, de modo que possam ultrapassar a capacitação apenas para o exercício técnico-profissional. Os três ex-coordenadores concordam com a ideia de que o curso possui os recursos e métodos necessários para formar os discentes para exercerem a profissão de eletrotécnico, mas também de atuarem como seres sociais e cidadãos

Com relação à segunda categoria de análise, que trata das questões institucionais, a subcategoria PPC emergiu considerando a visão do ex-coordenador 2 que defende que o projeto pedagógico aponta “[...] para uma formação mais ampla, crítica e ética quanto ao mundo do trabalho, e não um mercado de trabalho específico”.

Ademais, a terceira categoria discute justamente o modo como os entrevistados enxergam os processos de aplicação desses conhecimentos. Assim, podemos evidenciar duas subcategorias que se contrapõem, tendo em vista que uma defende uma visão dos conhecimentos de forma ampliada e outra de maneira reduzida. Essa segunda forma de se enxergar o uso das habilidades e saberes apreendidos ao longo do curso se chocam com os pensamentos trazidos nas interpretações feitas da categoria “Formação” e sua subcategoria “para além do mercado de trabalho”, uma vez que os todos os docentes afirmaram acreditar que há uma formação ampla e crítica dos estudantes.

Da última questão analisada (quadro 6) emergiram duas categorias centrais e algumas subcategorias, de modo que o foco de discussão gira em torno da comparação entre a existência ou não da ACT no EMI e no ensino médio regular.

#### **Quadro 6 - ACT no ensino médio integrado x ACT no ensino médio regular**

<b>Questão:</b> Você acha que os estudantes saem do curso técnico integrado alfabetizados científica e tecnologicamente? E os estudantes que fazem só o ensino médio propedêutico em outras escolas? Existem diferenças entre esses contextos nesse aspecto?		
Categoria	Subcategoria	Unidade de Sentido
Alfabetização Científica e Tecnológica		“Como falei anteriormente, nem todos, mas uma parcela que participam de projetos de pesquisa.” (Ex-coordenador 1)
	Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio	“Creio que a maioria sim, pois a proposta do curso aponta para isso.” (Ex-coordenador 2)
		“Sim. A presença das disciplinas técnicas em conjunto com as disciplinas científicas permite uma visão mais ampla do conhecimento e como esse conhecimento pode ser utilizados para resolver problemas diversos da sociedade.” (Ex-coordenador 3)
	Ensino Médio Tradicional	“Os estudantes de outras escolas, esses é que eu acho que não são alfabetizados nesse sentido, pois eles não disponibilizam de recurso para tal finalidade, corpo docente, estrutura física e de laboratórios, em

**Questão:** Você acha que os estudantes saem do curso técnico integrado alfabetizados científica e tecnologicamente? E os estudantes que fazem só o ensino médio propedêutico em outras escolas? Existem diferenças entre esses contextos nesse aspecto?

Categoria	Subcategoria	Unidade de Sentido
		suma estão ali para concluir o ensino médio e ingressar em uma universidade.” (Ex-coordenador 1)
		“Numa escala bem menor, pois vai depender muito da proposta pedagógica da escola, ou do professor de determinadas disciplinas, ao aprofundar/apresentar esses recursos.” (Ex-coordenador 2)
		“[...] todo estudante de ensino médio estuda eletrodinâmica em física; No curso de eletrotécnica, o estudante estuda eletrodinâmica em física e ainda aplica esse conhecimento em diversas disciplinas do curso técnico.” (Ex-coordenador 2)
Conteúdo curricular	Conhecimentos gerais e específicos	“[...] são nas disciplinas técnicas que os alunos descobrem onde e como muitos conhecimentos científicos são aplicados. Por exemplo, em matemática se estuda o conjunto dos números complexos, mas com uma noção muito vaga de suas aplicações. Na disciplina de circuitos elétricos esses números são utilizados sistematicamente na análise de circuitos de corrente alternada senoidal.” (Ex-coordenador 3)

**Fonte:** *Elaboração própria (2021).*

A primeira categoria “Alfabetização Científica e Tecnológica” deixa claro nas suas duas subcategorias que os entrevistados acreditam que o EMI proporciona uma ACT aos estudantes (a maioria deles). Porém, no que tange ao ensino médio regular, os docentes dividem suas opiniões, de modo que enquanto um deles afirma que os discentes não são alfabetizados de maneira científica e tecnológica, o outro pondera que essa alfabetização está condicionada à proposta pedagógica da instituição. Por sua vez, a última categoria trata do conteúdo curricular e a relação existente entre os conhecimentos gerais (propedêuticos) e específicos (técnico-profissionais). Os entrevistados pontuam que a integração entre esses dois tipos de saberes ocorre de forma muito mais evidente e efetiva no EMI, tendo em vista que os estudantes têm oportunidade de aplicar os conteúdos da base curricular comum nas disciplinas de caráter técnico, situação que não ocorre nas escolas de ensino médio regular.

## 5. DISCUSSÃO

Apresentamos as discussões mediante a apresentação e análise dos dados referentes às entrevistas realizadas com ex-coordenadores do curso técnico em eletrotécnica. Assim, as respostas apresentadas para cada uma das perguntas foram tratadas considerando a Análise de Conteúdo (Bardin, 2002), por meio da qual surgiram as categorias e subcategorias que, por sua vez, são justificadas pelas unidades de sentido destacadas.

No que tange às respostas presentes no quadro 1 (*relação entre ciência e tecnologia no curso técnico*), podemos destacar que as consequências de tais pensamentos para as dimensões da ACT são que estas podem não proporcionar uma visão tão adequada sobre a natureza do conhecimento científico e tecnológico reforçando desde o ensino médio uma postura positivista.

Há que se destacar, no entanto, que em outra etapa dessa mesma pesquisa revelou que essa aproximação ao conhecimento de C&T, sobretudo em programas de iniciação à pesquisa pode proporcionar ganhos em outras dimensões da ACT, o que é coerente com estudos realizados fora do contexto da EPT e na educação básica (Santos, Barbieri & Sanchez, 2017).

Por sua vez, no que diz respeito às interpretações docentes apresentadas no quadro 2 (Conhecimentos gerais de tecnologia), é possível observar que a compreensão de que o destaque dado a palavra “conhecimento”, nas falas, se coaduna com as concepções de Ramos (2009) ao pontuar sobre os pilares da educação omnilateral, de modo que para ela a ciência “[...] nada mais é do que os conhecimentos produzidos pela humanidade em processo mediados pelo trabalho, pela ação humana, que se tornam legitimados socialmente como conhecimentos válidos porque explicam a realidade e possibilita a intervenção sobre ela.” (Ramos, 2009, p. 4).

Já a respeito das definições docentes sobre a tecnologia (quadro 3 - Relação entre ciência e tecnologia) é perceptível que, mais uma vez, os conceitos apresentados pelos ex-coordenadores se alinham com os pensamentos de Ramos (2009), uma vez que ela conceitua a tecnologia como a ciência materializada em força de produção, sendo uma extensão das capacidades da humanidade.

Entretanto, mesmo que a linha de raciocínio dos entrevistados não esteja incorreta, é necessário se pontuar que não devemos reduzir a tecnologia a simples conversão em produtos para a satisfação das necessidades humanas (instrumentalismo tecnológico), pois se trata, antes de tudo, de um artefato sociocultural, assim como pontou Feenberg (1992) ao ponderar sobre o determinismo tecnológico. Dessa maneira, seria importante que tal compreensão pudesse ser mais latente nas interpretações dos ex-coordenadores e, por conseguinte, dos docentes do curso, para que estes pudessem levar a construção de um pensamento ampliado sobre tecnologia junto aos discentes.

No que tange à ponderação do ex-coordenador 1 sobre a total dependência da tecnologia sob a ciência (quadro 3), tal pensamento tende a reforçar a ideia de linearidade do processo de produção, que de acordo com Bazzo, Linsingen e Pereira (2000) e López Cerezo (1998), seguem a sequência a) desenvolvimento da ciência; b) desenvolvimento da tecnologia; c) desenvolvimento da economia; e d) desenvolvimento do bem-estar social, fato que reforça um ideário positivista a respeito da relação da C&T.

Com relação ao quadro 4 (*Compreensões dos alunos acerca das implicações sociais das tecnologias*), é notório que a terceira categoria remete aos conceitos ampliados de tecnologia moderna defendida por diversos autores, como Feenberg (1992; 2003) e Novaes e Dagnino (2004), de modo a não reduzir o fazer tecnológico aos meros produtos ou instrumentais para satisfação das vontades humanas.

Destarte, ainda mediante a análise das informações do quadro 4, é possível dizer que há também espaço para se discutir a ACT sob o enfoque CTS/CTSA, tendo em vista as claras conexões que as respostas dos entrevistados estabelecem entre as relações da C&T com a sociedade. Além disso, se pode considerar as convergências existentes tanto entre a alfabetização científica e o ensino integrado e deste último com o enfoque CTS/CTSA (Rodrigues-Moura & Brito, 2019; Jesus & Santos, 2020).

No que diz respeito ao quadro 5 (Aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso técnico), percebemos que as respostas se direcionam para uma concepção de educação que vá

além da formação técnica, pensamento que se alinha com a concepção de Ensino Médio Integrado proposta por Ramos (2009). Ademais, ainda é válido mencionar as ponderações de Krupczak, Lorenzetti, & Aires (2020), que versam sobre controvérsias sociocientíficas como forma de promoção dos eixos da alfabetização científica, de modo que tal perspectiva se mostra como uma opção para se buscar a efetiva usabilidade dos conhecimentos adquiridos no curso técnico.

## **6. CONCLUSÕES**

Sobre a ACT no curso Técnico Integrado de Eletrotécnica, observamos que este apresenta algumas lacunas se analisado à luz de uma perspectiva de ACT promotora de habilidades gerais para a formação de um cidadão inserido em uma sociedade do conhecimento. Seria importante repensar o papel da compreensão das relações C&T, problematizar a transposição didática dos conhecimentos tecnológicos e o pensamento dos docentes (por meio de uma possível ACT na formação inicial destes), bem como discutir aspectos conhecimentos gerais que todos os estudantes devem ter sobre tecnologia, tais como avaliação, controle, prevenção dentre outros (Aragão, 2019).

Foi possível perceber que há a possibilidade de se discutir a ACT no contexto do curso sob a perspectiva CTS/CTSA, fato que pode, inclusive, fomentar o preenchimento de uma lacuna no que tange às discussões de tal assunto no âmbito da educação básica, com foco no ensino médio integrado, tendo em vista que a maioria dos debates ocorre na esfera do ensino superior, assim como evidenciado no estudo de Silva, Nunes e Dantas (2021).

Encontrou-se ao longo da pesquisa, no entanto, aspectos de contribuições efetivas do curso para a formação do cidadão, ao notar-se que a iniciação científica faz parte da prática da instituição/curso o que pode proporcionar uma visão mais realista da ciência e tecnologia no âmbito de um fazer prático; uma contextualização dos conhecimentos das ciências da natureza e compreensão do seu impacto na realidade de uma sociedade imersa em C&T e, o que é óbvio a apropriação de um saber tecnológico em campo específico.

## **7. IMPLICAÇÕES**

Esse estudo também levanta questões a serem discutidas em trabalhos futuros e que o grupo se dispõe a analisar: a) O pensamento dos professores não coordenadores coincide com o pensamento dos coordenadores? b) Outros cursos técnicos integrados fazem as mesmas contribuições a alfabetização científica e tecnológica? c) Existem as mesmas lacunas nos demais cursos? d) E os cursos de formação de tecnólogos? e) A realidade se repete em outras regiões do Brasil? São muitas questões que ficam em aberto a partir desse estudo e que podem revelar um novo campo dentro da abordagem dos estudos sobre a Educação Profissional e Tecnológica no país.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte pelo apoio financeiro à investigação através dos editais Edital nº 04/2020 - PROPI/RE/IFRN e Edital nº 04/2021 - PROPI/RE/IFRN.

## REFERÊNCIAS

- Aragão, S. B. C. (2019). *A alfabetização Científica na formação inicial de professores de Ciências: análise de uma Unidade Curricular planejada nessa perspectiva*. (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil) <https://doi.org/10.11606/T.81.2019.tde-10062019-115702>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?. *Ensaio*, 3(2), 122-134. Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jp44NGpsBjLPrhgMz6PttHq/?format=pdf&lang=pt>
- Bardin, L. (2002). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70 Ltda/Almedina Brasil.
- Bazzo, W. A., Pereira, L. T. V., & Linsingen, I. V. (2000). O que são e para que servem os estudos CTS. *Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 28.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/38990665.pdf>
- Carvalho, G. S. (2009). Literacia científica: Conceitos e dimensões. In F. Azevedo & M. G. Sardinha (Coord.). *Modelos e práticas em literacia*, (pp. 179- 194). Lisboa: Lidel, pp. 179- 194.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89-100. Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?format=pdf&lang=pt>
- Ciavatta, M., & Ramos, M. (2011). Ensino médio e educação profissional no brasil: dualidade e fragmentação. *Retratos da Escola*, 5(8), 27-41. Recuperado de: <http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/download/45/42>
- Feenberg, A. (1992). *Racionalización democrática: tecnología, poder y libertad*. traducción de la versión inglesa en *Inquiry*, 35(3), 4. Recuperado de: <https://www.sfu.ca/~andrewf/demspanish.htm>
- Feenberg, A. (2003). *O que é a filosofia da tecnologia?*. Tóquio: Universidade de Tóquio. (Comunicação oral). Título original: "What is Philosophy of Technology?". Tradução de Agustín Apaza.
- Fontoura H. A., Pereira E. G. C., & Figueira S. T. (2020). Formação de professores de ciências no Brasil e Alfabetização Científica: desafios e perspectivas. *Uni-Pluriversidad*, 20(1). <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.07>
- Fumeiro, C. L., Silveira, S. S. dos S., Martins, S. N., & Omena, V. J. M. (2019). Alfabetização científica e tecnológica como princípio da formação do cidadão. *Educitec - Revista De Estudos E Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico*, 5(11). <https://doi.org/10.31417/educitec.v5i11.741>
- Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T (Orgs.). (2009). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Jesus, L. A. F., & Santos, J. O. (2020). O enfoque CTSA e o ensino integrado: aproximações teóricas. *Educação Profissional e Tecnológica em Revista*, 4(3). <https://doi.org/10.36524/profept.v4i3.454>
- Krupczak, C., Lorenzetti, L., & Aires, J. A. (2020). Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 9(1). <https://doi.org/10.35819/tear.v9.n1.a3820>
- Lacerda, G. (1997). Alfabetização científica e formação profissional. *Educação & Sociedade*, 18(60), 91-108. Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/es/a/6VdjinDyMgyBdQqn7Xd8zJdh/?lang=pt&format=pdf>
- Lopes, W. Z., & Garcia, R. N. (2021). Promoção da alfabetização científica (AC): construção, formação e desenvolvimento na prática docente. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 10(1). <https://doi.org/10.35819/tear.v10.n1.a4655>

- López Cerezo, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana De Educación*, 18, 41-68. <https://doi.org/10.35362/rie1801091>
- Novaes, H. T., & Dagnino, R. (2004). O fetiche da tecnologia. *Revista Org & Demo*, 5(2), 189-210. <https://doi.org/10.36311/1519-0110.2004.v5n2.411>
- Ramos, M. N. (2009). Concepção do Ensino Médio Integrado. In R. Araújo & E. Teodoro (Org.), *Ensino Médio Integrado no Pará como Política Pública*. Belém: SEDUC-PA, pp. 144-182.
- Richardson, R. J. (2017). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Rodrigues-Moura, S., & Brito, L. P. (2019). Eixos de convergência da alfabetização científica e técnica no ensino médio integrado. *Linhas Críticas*, 25. <https://doi.org/10.26512/lc.v25.2019.21586>
- Santos, R. C. dos, Barbieri, M. R., & Sanchez, R. G. (2017). Alfabetização científica e iniciação científica: da assimilação de conceitos ao comportamento científico. *Revista Brasileira De Pós-Graduação*, 14. <https://doi.org/10.21713/2358-2332.2017.v14.1472>
- Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474–550. Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?format=pdf&lang=pt>
- Santos, W. L. P. (2008). Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. *Alexandria*. 1(1), pp. 109–131. Recuperado de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77. Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>
- Silva, E. V. B., Nunes, A. O., & Dantas, J. M. (2021). O enfoque CTS na Educação Profissional e Tecnológica: uma revisão do campo entre os anos de 1995 a 2020. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 50. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-12129>
- Xavier, T. R. T. M., & Fernandes, N. L. R. (2019). Educação Profissional Técnica integrada ao ensino médio: considerações históricas e princípios orientadores. *Educitec - Revista De Estudos E Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico*, 5(11). <https://doi.org/10.31417/educitec.v5i11.710>

## **ANEXO**

### **Roteiro de Entrevista**

- 1- Qual a sua graduação? E a Pós-Graduação?
- 2- Qual o tempo de docência no curso? Qual o tempo de coordenação no curso?
- 3- Você poderia me definir rapidamente o que é ciência e o que é tecnologia e a relação estabelecida entre ambas?
- 4- Qual a sua opinião sobre a relação entre os conhecimentos científicos e tecnológicos no curso integrado de Eletrotécnica?
- 5- Os alunos conseguem compreender as implicações sociais, usos e limitações das tecnologias ensinadas no curso técnico integrado? Em caso afirmativo, quais são as principais implicações, usos e limitações que você acha que eles aprendem?
- 6- Os conhecimentos adquiridos no curso técnico podem ser utilizados em outros contextos que não o da formação para o mercado de trabalho? Onde você acha que os estudantes podem aplicar/aplicam esses conhecimentos?
- 7- Existem conhecimentos gerais sobre tecnologia ensinados no curso integrado de eletrotécnica? Quais seriam, na sua opinião?
- 8- Você acha que os estudantes saem do curso técnico integrado alfabetizados científica e tecnologicamente? E os estudantes que fazem só o ensino médio propedêutico em outras escolas? Existem diferenças entre esses contextos nesse aspecto?

**ANÁLISE DO ENSINO DE CIÊNCIAS NO PERÍODO REMOTO: UMA INVESTIGAÇÃO JUNTO AOS PROFESSORES BRASILEIROS**

ANALYSIS OF SCIENCE TEACHING IN THE REMOTE PERIOD: AN INVESTIGATION WITH BRAZILIAN TEACHERS

ANÁLISIS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EL PERÍODO REMOTO: UNA INVESTIGACIÓN CON PROFESORES BRASILEÑOS

**Luciana Maria Estevam Marques, Brisa Gama Jungo & Estéfano Vizconde Veraszto**

Universidade Federal de São Carlos, Brasil  
marquesluciana@estudante.ufscar.br

**RESUMO** | Esse artigo analisa a percepção docente acerca da atuação de professores na área de Ciências em tempos da pandemia da COVID-19, considerando possíveis mudanças dos paradigmas na prática pedagógica. Foram utilizados formulários on-line, distribuídos em redes sociais para professores de diversas regiões do Brasil. Totalizamos 303 respondentes, dentre os quais 42 professores que lecionam Ciências e se concentram no estado de São Paulo, Brasil. Todos os professores relataram que a maior preocupação é a falta de acesso dos alunos, a lentidão da rede de internet, além da falta de devolutivas por parte dos alunos participantes. Concluímos que este estudo implica em um urgente repensar sobre a democratização do acesso às tecnologias e essa urgência está relacionada com as necessidades tecnológicas que alunos e professores apresentam em suas atuações e a urgência de desenvolver políticas públicas que contemplem a inclusão digital.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciências, COVID-19, Ensino Remoto, Democratização.

**ABSTRACT** | This article analyzes the perception of teachers about his performance in the field of Science in times of the COVID-19 pandemic, considering possible paradigm shifts in pedagogical practice. Online forms were used distributed on social networks to teachers from different regions of Brazil. We totaled 303 respondents, among which 42 teach Science and are concentrated in the state of São Paulo, Brazil. All teachers reported that the biggest concern is the lack of access by students, the slowness of the internet network, in addition to the lack of feedback from participating students. We conclude that this study implies an urgent rethinking about the democratization of access to technologies and this urgency is related to the technological needs that students and teachers have in their actions and the urgency to develop of public policies that address digital inclusion.

**KEYWORDS:** Science, COVID-19, Remote Education, Democratization.

**RESUMEN** | Este artículo analiza la percepción de los docentes acerca de su actuación en el campo de las ciencias en tiempos de la pandemia de COVID-19, considerando posibles cambios de paradigma en la práctica pedagógica. Utilizamos formularios en línea distribuidos en redes sociales a docentes de diferentes regiones de Brasil. Tuvimos 303 respondientes, entre los cuales 42 enseñan Ciencias y están concentrados en el estado de São Paulo, Brasil. Todos los docentes informaron que la mayor preocupación es la falta de acceso de los estudiantes, la lentitud de la red de Internet, además de la falta de retroalimentación de los estudiantes que participan en las clases. Concluimos que este estudio implica un replanteamiento urgente sobre la democratización del acceso a las tecnologías y esta urgencia está relacionada con las necesidades tecnológicas que estudiantes y docentes tienen en sus acciones y la urgencia de desarrollar políticas públicas que abordan la inclusión digital.

**PALABRAS CLAVE:** Ciencia, COVID-19, Educación Remota, Democratización.

## 1. INTRODUÇÃO

As incertezas nunca foram tão marcantes na vida dos professores como temos notado na COVID-19. Com a pandemia, os educadores passaram a vivenciar novas práticas até então distantes da realidade vivenciada antes deste período.

Bordignon (2020) cita que o Ministério da Saúde do Brasil publicou a Portaria nº 188 em 03 de fevereiro de 2020, e no Diário Oficial da União em 04 de fevereiro de 2020 (Brasil, 2020), declarando Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional, em função da infecção humana pelo novo Corona Vírus (COVID-19), com isso, os órgãos públicos decidiram, entre outras medidas para impedir a propagação do vírus, pela suspensão das atividades das instituições de ensino em todo o país, sendo portanto, um tema amplamente discutido desde então.

Hodges (2020), contribui dizendo que o ensino remoto emergencial colocado em prática desde então, se distancia da modalidade de Educação a Distância (EAD), pois a EAD possui recursos e equipes preparadas para oferecer conteúdos pedagógicos, por meio de diferentes mídias em plataformas on-line. O ensino remoto por sua vez, oferece acesso temporário para conteúdos que seriam ofertados presencialmente.

Para entender um pouco melhor esse fenômeno, elaboramos em um primeiro momento, um instrumento de pesquisa com o intuito de analisar a atuação de professores de diversas áreas de atuação para fazer um estudo das práticas pedagógicas no atual cenário da pandemia, considerando o replanejamento de atividades escolares e acadêmicas. Para este estudo, focamos na prática de professores que lecionam Ciências e como eles estão desenvolvendo suas atividades remotas a partir dessa nova realidade.

A Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH), elaborada há mais de 70 anos, apresenta elementos que sustentam essa nossa preocupação. O artigo 19 (ONU, 1948) refere-se justamente à inclusão digital, reafirmando que as pessoas possuem direito de se expressar independente das fronteiras que as impeçam. Embora a DUDH tenha surgido bem antes da internet, percebe-se que a ONU já direcionava o direito do acesso à informação e neste sentido, os países precisam de políticas públicas que viabilizem o acesso aos seus cidadãos.

Nesse mesmo contexto, em 2015, a Unesco criou o Dia Internacional do Acesso Universal à Informação comemoração que entrou para o calendário da Assembleia Geral das Nações Unidas em 2019. A organização afirma que a data tem o objetivo de acelerar soluções sustentáveis para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, mobilizando governos e sociedade civil para contribuírem com as discussões sobre o tema. (Unesco, 2021)

Levando essa reflexão para a escola, Coutinho & Lisboa (2011), afirmam que a escola passa por grandes desafios, com múltiplas possibilidades de aprendizagem. Considerar esses desafios na prática docente torna-se desafiador, as autoras complementam essa reflexão afirmando:

“O desafio imposto à escola por esta nova sociedade é imenso; o que se lhe pede é que seja capaz de desenvolver nos estudantes competências para participar e interagir num mundo global, altamente competitivo que valoriza o ser-se flexível, criativo, capaz de encontrar soluções inovadoras para os problemas de amanhã, ou seja, a capacidade de compreendermos que a aprendizagem não é um processo estático, mas algo que deve acontecer ao longo de toda a vida” (Coutinho & Lisboa, 2011, p.5).

Considerar essas mudanças na área educacional, remete-nos às ideias de paradigmas a partir da definição de Thomas Samuel Kuhn, um dos grandes epistemólogos da Ciência. Para ele, um paradigma é definido como algo que pessoas de uma comunidade partilham e uma comunidade científica consiste em membros que partilham um determinado paradigma (Kuhn, 1988). Para Kuhn, quando um novo paradigma vem substituir o antigo, ocorre o que ele chama de Revolução Científica (Kuhn, 1988). Na perspectiva educacional, relacionamos essa ideia a partir daquilo que estava vigente e era aceito por um número crescente de professores que aplicavam um modelo de ensino já enraizado. Com a pandemia, instalou-se um período de discussões sobre as práticas que haviam sendo realizadas e precisavam ser urgentemente revistas, sendo substituída aos poucos por um novo modelo que se faz urgente considerando o momento pandêmico que estamos vivendo.

Mediante a necessidade dessas mudanças, é necessário destacar a importância das tecnologias digitais. Em um dos documentos mais recentes, o Plano Nacional de Educação (PNE) que compreende o decênio 2014-2024, apresenta em sua meta 7.12 a seguinte redação a respeito da permanência dos alunos na escola e os índices educacionais:

“[...]incentivar o desenvolvimento, selecionar, certificar e divulgar tecnologias educacionais para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio e incentivar práticas pedagógicas inovadoras que assegurem a melhoria do fluxo escolar e a aprendizagem, assegurada a diversidade de métodos e propostas pedagógicas, com preferência para softwares livres e recursos educacionais abertos, bem como o acompanhamento dos resultados nos sistemas de ensino em que forem aplicadas” (Brasil, 2014,p.1).

Essas discussões que constam na legislação precisam ser dialogadas e nesse sentido, torna-se necessário considerar os professores nesse diálogo, em suas formações, desde a inicial até a continuada, de maneira, que haja uma reformulação curricular que possa atender a necessidade de alunos e docentes frente às novas tecnologias. Guerra & et.al (2020) apresentam essa nova era tecnológica como um momento necessário de incorporar novas práticas no conceito da sala de aula, incorporando novas tecnologias de ensino para que os professores possam se aproximar mais dos discentes que estão inseridos em um mundo ligado à smartphones, tablets e notebooks, sendo essencial que a escola acompanhe essa evolução.

Em relação à prática docente, Saviani (2018) cita que as pedagogias tradicionais, constituída após a Revolução Industrial, implementou o ensino tradicional nas escolas, configurando um método pedagógico expositivo. Todas essas considerações, reforçam a urgência de nossas análises junto aos professores do ensino de Ciências, reafirmando primeiramente a importância de ouvi-los e posteriormente, de avaliarmos possíveis caminhos na construção de uma nova prática docente.

## **2. A INVESTIGAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Bartzik & Zander (2016) corroboram afirmando que a disciplina de Ciências contribui para o desenvolvimento de aulas práticas que auxiliem na aprendizagem do conhecimento científico, como fruto de raciocínio lógico e também, valores construídos. O trabalho em grupo estimula a tirar conclusões; e os (as) alunos (as) começam a aprender conceitos científicos, relações entre o meio e o ser vivo.

Considerando que o saber tem um sentido amplo, pois engloba conhecimentos, competências e habilidades, além de atitudes dos docentes e formas de fazer, é importante considerar toda essa pluralidade quando vamos analisar uma investigação da prática docente, como sugerem Tardif & Raymond (2000). Para eles, os saberes dos professores são plurais e colocam em evidência vários conhecimentos e manifestações. Eles complementam dizendo que:

“De fato, os professores utilizam constantemente seus conhecimentos pessoais e um saber-fazer personalizado, trabalham com os programas e livros didáticos, baseiam-se em saberes escolares relativos às matérias ensinadas, fiam-se em sua própria experiência e retêm certos elementos de sua formação profissional” (Tardif & Raymond, 2000, pp. 214-215).

Nesse sentido, a nossa investigação sobre a prática docente objetiva apresentarmos reflexões sobre metodologias utilizadas no ensino remoto de professores que lecionam Ciências no Ensino Regular e com isso, apresentar caminhos de novas propostas quando estivermos também no ensino presencial com o uso de novas ferramentas que até então, eram pouco utilizadas.

Do Nascimento & et.al. (2010), afirmam que a Ciência se materializa através da tecnologia, remetendo-se a uma compreensão de desenvolvimento de um país. Considera ainda que o conceito de desenvolvimento acompanha a ideia de progresso da ciência e da tecnologia associado ao crescimento econômico e maior produtividade.

Historicamente houve avanços em relação ao ensino de Ciências. Na segunda metade do século XX, notamos o estabelecimento de relações entre a ciência, a tecnologia e os fatores socioeconômicos, embora ainda, descontextualizados com a realidade, sendo portanto, ministrado de forma conteudista (Do Nascimento et al., 2010)

Na década de 1960, do século passado, nos Estados Unidos, alguns movimentos aconteceram no sentido de aprimorar o ensino de Ciências, para que, a partir disso, os alunos se tornassem mais criativos e pudessem solucionar problemas tornando-se competidores com os russos em termos tecnológicos e militares. No Brasil, em 1950, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC) desenvolveu o projeto intitulado “Iniciação Científica” que visava a produção de kits destinados aos alunos para o ensino de Física, Química e Biologia (Batista & Silva, 2018).

Já na década de 1970, ainda no século XX, surgiram as primeiras discussões sobre a implementação de questões tecnológicas no currículo de ciências com o conhecido movimento CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade (Silva-Batista & Moraes, 2019). No entanto, entre as décadas de 1980 e 1990, no século passado, o ensino de ciências ainda foi desenvolvido de maneira descontextualizada, o que gerou uma visão neutra sobre a ciência por parte dos alunos (Do Nascimento et al, 2010).

Neste contexto, o ensino de ciências pode sofrer impactos, pois ainda na atualidade, existem, para Do Nascimento et al. (2010, p. 233), “dificuldades dos professores em romper com uma profunda concepção positivista de ciência e com uma concepção conservadora e autoritária de ensino-aprendizagem como acumulação de informações e de produtos da ciência, que seguem influenciando e orientando suas práticas educativas”. Por estas questões, é preciso pensar na formação de professores de ciências para praticar a formação científica, aperfeiçoar e obter

estratégias de ensino e aprendizagem bem como compreender a relação ciência- tecnologia- sociedade (Do Nascimento et al., 2010).

O ensino remoto resgata a importância da formação tecnológica dos docentes, uma vez que tiveram de se reinventar sobre seu trabalho pedagógico sem que as atividades percam a aproximação entre teoria e prática:

“As tecnologias digitais estão em constantes transformações, apresentando-se como uma gama de possibilidades para a interação, para comunicação, para a busca de informações, para o entretenimento e para a produção do conhecimento. Desse modo, é preciso repensar as formas de ensino para que se assegure, realmente, a aprendizagem dos alunos, repensar isso perpassa pela formação inicial e continuada do professor” (Frizon & et al, 2015 p.4).

Em relação à prática, De Sá (2016), cita sobre a necessidade de falarmos em mudanças de paradigmas repensando os lugares em que os professores se encontram, refletindo inclusive sobre o novo século que estamos vivendo. É preciso que esse profissional se renove para que assim possa estar inserido em um cenário de transformações e mudanças. Mas além disso, é preciso enxergar a educação com novas práticas que precisam acontecer além dos recursos disponíveis, considerando a participação efetiva dos alunos em contextos investigativos necessários ao ensino de Ciências.

Nesse raciocínio, Schön (1992) contribui com seus estudos a respeito do conhecimento, da aprendizagem e do ensino. Para o autor, os docentes reflexivos ajudam na construção de novas práticas, rompendo com possíveis práticas ultrapassadas que precisam ser superadas neste novo milênio. Nessa discussão, Faria (2004), contribui reafirmando que o quadro-negro e o livro de texto são ferramentas do professor conteudista, sendo urgente a necessidade de se conhecer novas práticas mediante essa realidade tecnológica de modo que, as figuras principais representadas pelo professor e pelo aluno, precisam buscar meios de utilizarem essas tecnologias, mantendo os agentes que participam do ato de ensinar.

Nesse sentido cabe a reflexão de não considerarmos novos recursos disponíveis como mudanças paradigmáticas, mas sim, de proporcionarmos a utilização dessas ferramentas como aliadas nessa nova relação entre docentes e discentes.

“Vale lembrar que não se trata de aplicar novos instrumentos em velhas abordagens de ensino e de aprendizagem, ou seja, não se trata de modernizar o antigo be-á-bá com laboratórios de informática cheios de desktops ou notebooks. Trata-se de criar uma nova dimensão de ensino, integrando o conteúdo à tecnologia a que o aluno já está acostumado.” (Silva, 2012, p. 26).

Sabemos que as relações sociais estabelecidas entre os professores e os alunos, devem ser encaradas como um processo de troca de descobertas, nesse cenário é preciso que as relações sejam colaborativas, que ambos possam se ajudar mutuamente, através das práticas e vivências adquiridas. Esse diálogo entre professor e aluno precisa acontecer, mediante a nova era tecnológica que já faz parte da geração Alfa caracterizada por Indalécio & Ribeiro (2017) como a terceira geração de Nativos Digitais. Nesse raciocínio Nonato & et al (2021) afirmam que a cultura digital permitiu novas estratégias, porém, esse movimento tornou-se mais fácil para aqueles e aquelas que já se encontravam inseridos nessa nova realidade.

Precisamos considerar essa nova geração e como podemos oportunizar essas vivências às gerações que vieram antes dessa, que ainda não tiveram contato com esse novo mundo, com essa nova realidade digital. É esse repensar que propomos, ao citarmos essa nova geração, que, se não nasce dentro desse universo tecnológico deve, portanto, ser incluída. Nesse contexto, precisamos romper esse paradigma da exclusão tecnológica.

### 3. METODOLOGIA

Essa pesquisa foi feita primeiramente considerando os diversos segmentos de ensino em diferentes áreas de atuação. Naquele primeiro momento encaminhamos as questões para avaliação de especialistas, sendo dois doutores em educação, uma professora de educação básica e um professor de educação básica. Em um segundo momento, o questionário foi validado com respondentes da área totalizando cerca de 12 indivíduos com características desejadas para o estudo presente. Durante esse processo de validação, algumas questões foram ajustadas para que atendessem aos anseios dos professores. Os participantes deste processo foram pessoas selecionadas que possuem características do público-alvo almejado e seriam potenciais respondentes.

Durante esta etapa, os participantes pediram para que a primeira questão aberta fosse reformulada. Acharam importante falarem da experiência em estarem utilizando novos instrumentos tecnológicos na pandemia, sendo que a pergunta inicial questionava apenas se eles (as) se sentiram obrigados (as) a utilizarem tais recursos. Ao justificarem, afirmaram que comentar sobre a experiência profissional e como o trabalho foi desenvolvido, pode auxiliar a prática de outros professores. Considerar essas questões que foram sugeridas, surgiu entre os pesquisadores, a possibilidade de novos estudos futuros que contemplem a prática desses profissionais em período remoto.

Após todo esse processo, nossas análises se concentraram nos professores atuantes no ensino de Ciências, desde o Ensino Fundamental II até o Ensino Superior.

As questões foram encaminhadas por meio das redes sociais, através de um post no Facebook, pela página do Labintec – Laboratório de Tecnologias e Inclusão vinculado à Universidade Federal de São Carlos- UFSCAR- e desta forma, pôde ser compartilhado por vários professores, aumentando assim, nosso público alvo.

Quanto à metodologia, utilizamos a epistemologia pragmática apresentada por Vergana & Peci, (2003), que consiste no envolvimento dos participantes na pesquisa organizacional a partir do conhecimento sobre o assunto a ser pesquisado, contribuindo com as análises teóricas que serão levantadas. Vergana & Peci (2003) ainda orientam que a pesquisa pode ser exploratória- descritiva, considerando os dados bibliográficos da temática pesquisada assim como a descrição dos dados de forma que possa gerar conhecimento a partir dos resultados apresentados.

As questões contidas no questionário foram elaboradas pelos autores, a partir do conhecimento e da vivência educacional no ensino remoto. No questionário de análise, encontramos 25 perguntas, dentre elas, 2 referem-se aos dados pessoais dos respondentes e 23 apresentam questionamentos sobre a carreira docente, sendo 5 perguntas fechadas e 18 perguntas abertas que possibilitaram uma análise discursiva a partir da contribuição dos

participantes. As questões que atendem ao nosso escopo de pesquisa, em relação ao Ensino de Ciências, encontram-se no quadro 1.

**Quadro 1 - Questões que atendem ao escopo da pesquisa:**

As questões fechadas referem-se ao local de residência dos respondentes, a idade, tempo de formação e de atuação docente, em qual segmento e qual disciplina leciona, além da formação inicial.

Questões abertas (com respostas dissertativas)

- 1-)Você se viu obrigado(a) a usar recursos tecnológicos digitais para trabalhar no ensino remoto? Conte um pouco sobre como está sendo essa experiência.
- 2-)Antes da pandemia, você costumava usar ambientes tecnológicos para complementar suas atividades docentes? Se sim, como utilizava-os em sala de aula?
- 3-)Como tem feito para preparar aulas, conteúdos, atividades avaliativas nessa perspectiva? Quais recursos tecnológicos têm usado? Pretende usá-los no ensino presencial?
- 4-)Quais as maiores dificuldades que poderiam ser mencionadas no ensino remoto ?
- 5-)Em relação as disciplinas específicas de Ciências quais são as estratégias de intervenção que estão sendo usadas?

*Fonte: Autores, 2021*

A partir dos dados, fizemos uma análise Textual Discursiva como sugere Moraes & Galiuzzi (2006). Considerando o estudo das respostas, foi possível estabelecer relações entre os dados pesquisados e a temática envolvendo o ensino de Ciências, de modo que pudéssemos analisá-los e discuti-los. Na escrita deste artigo, o formulário continha 303 conjuntos de respostas de professores de diversas áreas. Nossa análise encontrou 42 professores que lecionam Ciências, as respostas foram analisadas a partir das leituras e dos elementos que construíram as narrativas.

**4. RESULTADOS**

Os 42 professores que lecionam Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, representam 14% do total de professores entrevistados. Os dados descritos nas tabelas 1, 2 e 3 referem-se a esse percentual.

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam as características dos professores participantes da nossa pesquisa e consideram aspectos quantitativos que contribuíram para nossas análises (idade, experiência docente, tempo de atuação e localização geográfica).

Na tabela 1, é perceptível o maior número de professores entre 30 e 40 anos, atingindo um percentual de 35,8%. Os professores entre 20 e 30 anos, 40 e 50 anos e acima de 50 anos, representam o mesmo percentual de 21,4%.

**Tabela 1 – Idade dos respondentes**

Idade dos respondentes	Respostas	%
Entre 20 e 30 anos	9	21,4%
Entre 30 e 40 anos	15	35,8%
Entre 40 e 50 anos	9	21,4%
Mais do que 50 anos	9	21,4%
Total	42	100,00%

*Fonte: Autores, 2021*

Na tabela 2, percebemos que 26,2% possuem menos de 5 anos de experiência. Porém, os que atuam entre 5 e 10 anos atingem 23,9%. As análises discursivas puderam ser interpretadas

mediante esses resultados, sendo possível observar que os docentes que atuam há mais tempo relatam a importância das tecnologias, assim como os que estão lecionando há menos tempo, exteriorizaram que conhecem as ferramentas tecnológicas e já faziam uso das mesmas em suas aulas.

**Tabela 2 - Tempo de atuação docente**

Tempo de atuação em sala de aula	Respostas	%
Menos do que 5 anos	11	26,2 %
Entre 5 e 10 anos	10	23,9 %
Entre 10 e 15 anos	5	11,9 %
Entre 15 e 20 anos	8	19,0 %
Mais do que 20 anos	8	19,0 %
Total	42	100,00%

**Fonte:** Autores, 2021.

Na tabela 3, identificamos o total de respondentes por localização, sendo evidente uma maior participação no estado de São Paulo, Brasil, originário da pesquisa, representando um número bem expressivo de 76,2% que discutiremos em nossas análises.

**Tabela 3 – Distribuição de respondentes por estado**

Estado	Respostas	%
Distrito Federal	2	4,76%
Acre	1	2,38%
Goiás	1	2,38%
Pará	1	2,38%
Pernambuco	1	2,38%
Paraná	1	2,38%
Rio Grande do Sul	1	2,38%
São Paulo	32	76,2%
Sem resposta	2	4,76%
Total	42	100%

**Fonte:** Autores, 2021.

Aos professores entrevistados, perguntamos as formações a título de pós graduação e consideramos a maior titulação apresentada. Nesses números encontramos 26,2% sem curso de pós graduação, 4,8% fizeram cursos de aperfeiçoamento, 33,3% concluíram a especialização, 23,8% possuem mestrado e 11,9% realizaram o doutorado. E quanto a isso, é importante citar, o número considerável de professores especialistas, mestres e doutores que em números percentuais chegam a 69% dos entrevistados que lecionam Ciências, fato que não garante, a partir dessa amostra apresentada, uma prática segura do acesso tecnológico necessário no atual momento.

Essa informação pode ser confirmada mediante aos dados expostos na tabela 4 que organiza a percepção dos professores em relação ao acesso tecnológico no ensino de Ciências no ano letivo de 2020, em que enfrentamos a pandemia.

**Tabela 4 – Utilização de recursos antes, durante e após a pandemia**

Titulação	Antes	Durante	Depois
Doutorado	4	5	5
Mestrado	7	9	9
Especialização	10	14	13
Aperfeiçoamento	2	2	2
Sem curso de Pós-Graduação	10	11	10
Total	33	41	39

**Fonte:** Autores, 2021

A tabela 4 apresenta dados que exteriorizam a utilização de ferramentas tecnológicas no ensino de Ciências. Antes da pandemia, 78,6% dos professores respondentes já faziam o uso de aplicativos digitais em suas práticas docentes. Após a pandemia; 92,8% dos professores disseram que utilizarão os recursos digitais e tecnológicos em seus planejamentos.

Os recursos apresentados pelos professores nas disciplinas de Ciências foram respondidos a partir de pergunta específica que questionava sobre as ferramentas que utilizavam e apresentavam bons resultados. As propostas que mais foram citados foram: painéis de soluções a partir de aulas remotas, experiências a partir de tutoriais, compartilhamento de tela para a resolução de exercícios, vídeos e aulas on-line a partir de diversas plataformas, aplicativos de experiências e aplicação de atividades com as famílias.

Em relação ao preparo das aulas, os professores citaram recursos como: slides, plataformas de aulas on-line, gravações, questionários, vídeos educativos, grupos de redes sociais, aulas ao vivo e gravadas com ferramentas como celular, notebook e desktop, projetos individuais para alunos com deficiência de modo a incluí-los nesse processo.

Em um outro momento, analisamos as maiores dificuldades relatadas pelos docentes relacionadas ao ensino remoto. Os 42 professores relataram que a maior preocupação é a falta de acesso dos alunos, a lentidão da rede de internet, além da falta de devolutivas por parte dos alunos participantes. Nesse sentido, propor intervenções no modelo remoto, torna-se um grande obstáculo citado por 7% dos professores, outros 93% relatam que as intervenções ocorreram fora do horário regular de atendimento, ficando os professores disponíveis para o esclarecimento de dúvidas.

Em relação ao aprendizado de novas tecnologias, 100% gostaria de aprendê-las para que pudessem melhorar as suas aulas, afirmando que essas formações serão importantes para práticas futuras.

Algumas reflexões podem ser levantadas e mesmo não estando explícitas, são passíveis de interpretação considerando o momento em que estamos vivendo frente à Pandemia da COVID-19, uma delas refere-se ao fato de que percebemos a necessidade dos professores e professoras utilizarem uma nova roupagem pedagógica que precisa ser colocada em prática.

Consideramos também que a elaboração, a análise e a interpretação dos dados, tiveram um importante papel de colocar-nos, enquanto pesquisadores, incluso no meio digital, levando-nos a analisar as contribuições e a praticidade que esses avanços tecnológicos nos proporcionam.

## 5. DISCUSSÃO

Nossas discussões finais referem-se às análises que fizemos durante os estudos das respostas que encontramos. Notamos que é possível entender a clara necessidade que os professores e professoras exteriorizam de serem integrados no universo tecnológico e com isso poder utilizar em suas práticas enquanto docentes. Em relação a esse tema e refletindo sobre a exploração da sociedade, Sacristán (2007) complementa:

“[...] precisamos entender que se trata de uma realidade constitutiva do marco em que vivemos de modo inexorável, de modo que, necessariamente, estamos nos socializando em um novo meio ambiente. Os indivíduos – em nosso caso, os alunos – seja qual for a orientação adotada pelas escolas, são pessoas que vivem realmente de uma ou outra maneira na sociedade, agora chamada de sociedade da informação” (Sacristán, 2007, p. 41).

Com as análises foi possível identificar o difícil acesso tecnológico que permeiam a realidade tanto de professores quanto de alunos, além de identificarmos problemas relacionados ao conhecimento dos docentes que fizeram parte de uma outra geração, sem acesso aos meios tecnológicos. Por outro lado, é importante considerar que os questionários foram respondidos a partir do acesso ao meio tecnológico, sendo evidente a participação de professores com certa proficiência na utilização de tecnologias.

Em nossas análises, percebemos que 42,8% dos respondentes fazem parte da geração X, por terem nascidos entre 1960 e 1980 e se caracterizam pela insegurança e por muitos receios. (Moura, 2018). Esse dado confirma as preocupações exteriorizadas por esses professores durante o desenvolvimento das atividades remotas, sendo possível identificar uma menor familiaridade com o mundo digital. Os docentes das gerações Geração Y, também reconhecida pela Geração Millennials (Moura, 2018), representam 57,2% dos respondentes, uma geração marcada pelo avanço tecnológico e pela internet, sendo que, em suas respostas, ficam evidentes que a dificuldades encontradas, referem-se à falta de acesso durante as aulas remotas e não sobre a forma de utilizá-las.

Esses desafios, estão relacionados com as formações dos docentes sejam iniciais ou continuadas, para que no exercício de sua prática, tenha ferramentas para desenvolver um trabalho considerando as possibilidades tecnológicas que devem ser exploradas. Essas novas concepções sobre as ferramentas tecnológicas precisam estar acompanhadas de uma mediação adequada para que as práticas sejam dinâmicas e aprimorem o processo de ensino.

É fato a necessidade da implementação de políticas públicas que discuta o problema e identifique essas questões que precisam ser enfrentadas a partir da execução de um plano e avaliação dos resultados (Rodrigues, 2010). Nesse sentido, retomamos as contribuições de Bartzik & Zander (2016), que consideram a participação dos alunos em um contexto investigativo que relacione o ensino de Ciências com o seu meio social de modo que possa considerar a diversidade existente.

Pensar em uma educação sem práticas inclusivas, intensifica cada vez mais a desigualdade, e promove baixos índices de desempenho para os alunos menos favorecidos economicamente e mais distante da realidade tecnológica.

Novos tempos virão e com ele, novos desafios de considerar o ensino remoto como uma realidade a partir de agora, sendo urgente analisar as preocupações de alunos(as), professores(as) e familiares que estiveram envolvidos nesta nova realidade e a partir das contribuições de cada um dos envolvidos, adequar as necessidades para que seja possível uma operacionalização mais igualitária. Essas discussões deverão a partir de agora, fazer parte dessa nova escola, desses novos gestores, e da comunidade escolar como um todo, de modo, que a desigualdade social, possa ser enfrentada e não alimente cada vez mais uma exclusão digital.

## 6. CONCLUSÕES

Em relação aos nossos estudos, concluímos que a partir dos dados que foram analisados, é perceptível a necessidade de refletirmos a respeito da formação inicial e continuada dos professores, além de avaliarmos as condições de acesso tanto para alunos como para os docentes que lecionam Ciências.

Contudo, é preciso reforçar os espaços digitais presentes nas escolas de modo a propor formações em serviço e oportunizar a vivência tecnológica para os alunos, que por diversas razões, acabam não tendo acesso a esta realidade, mesmo fazendo parte de uma geração totalmente informatizada.

Com as análises foi possível evidenciar que  $\frac{3}{4}$  dos professores participantes já utilizavam aplicativos digitais antes da pandemia, mesmo pertencentes a gerações distintas, sendo essas ações possibilitadas pelos planejamentos dentro das escolas, considerando que lecionam para uma nova geração. Nesse raciocínio, os dados mostram que 57,2 % de professores respondentes possuem entre 20 e 40 anos, percentual que se equipara com a utilização dessas ferramentas mesmo antes da pandemia.

Embora o questionário tenha sido compartilhado por rede social, a grande maioria dos participantes são do estado de São Paulo, uma das Unidades Federativas mais ricas do país e desta forma não foi possível para este estudo, considerar a realidade de outros estados brasileiros.

Os relatos exteriorizam que a tecnologia favorece o currículo de Ciências, porém o acesso aos aplicativos acabam sendo um fator de impedimento tanto para os docentes quanto para os alunos, se considerarmos a limitação da rede de dados e os instrumentos utilizados durante as aulas.

Além disso, reafirmamos que muitos obstáculos identificados em nossas análises, não estão relacionados com a prática docente, mas sim, com a falta de investimentos no setor educacional, que foram evidenciados na Pandemia de Covid-19.

As análises evidenciam que 21 professores entre especialistas, mestres e doutores afirmaram que já utilizavam recursos tecnológicos antes da pandemia, durante a pandemia, este número aumentou para 28, sendo que 27 pretendem utilizar os recursos em práticas futuras. Concluímos que esses professores com formações específicas voltadas para a área de Ciências, não garante domínio de acesso para os docentes.

Assim, concluimos que este estudo implica em um urgente repensar sobre a democratização do acesso às tecnologias e essa urgência está relacionada com as necessidades

que acabaram se evidenciando na pandemia de COVID- 19. É preciso pensar em investimentos tecnológicos, no sentido da inclusão digital que alunos e professores apresentam em suas atuações no campo educacional.

## 7. IMPLICAÇÕES

Com as análises foi possível evidenciar a partir de nossas interpretações, que a realidade exteriorizada na pesquisa, sugere um repensar sobre a prática dos docentes e a necessidade de ampliar as discussões sobre o acesso à tecnologia por parte dos professores e alunos, considerando tanto os instrumentos disponíveis quanto a qualidade necessária para o desenvolvimento do trabalho docente e acompanhamento dos alunos.

Um dos grandes desafios passam pelas formações do professor, sejam iniciais ou continuadas, para viabilizar um leque de conhecimentos suficientes que possibilitarão uma base ideal, que permita uma maior confiança e autonomia na prática do professor.

Por outro lado, é imprescindível que isso implique em uma mudança do professor, que a partir das ferramentas que possui, estabeleça novas concepções sobre a utilização, desde que acompanhada por uma adequada mediação, de ferramentas tecnológicas que as definam como instrumentos capazes de dinamizar, complementar e aprimorar as práticas docentes.

Retomamos as nossas discussões iniciais referente ao PNE (Brasil, 2014) sobre o incentivo do desenvolvimento de novas práticas educacionais para uma melhor aprendizagem que caminhe junto com as necessidades e diversidades existentes nas escolas, de maneira que os resultados possam ser acompanhados e com isso a sua utilização possa ser avaliada, objetivando a ampliação desses recursos.

É fato que as mudanças precisam acontecer e as ferramentas digitais e tecnológicas estão sendo grandes aliadas nesse novo momento e responsáveis pelas mudanças educacionais que estamos vivenciando. Resta-nos pensar, se essas práticas serão mantidas após a Pandemia da COVID-19, se o universo tecnológico de nossos alunos será mantido em uma prática futura e se realmente essas ações representam uma mudança de paradigma na educação.

Esse estudo sugere novas análises, considerando a continuidade da pesquisa de modo que possamos ampliar a participação de professores de outros estados com diferentes realidades econômicas e analisar de que forma realidades diferentes impactam na prática desses professores.

## REFERÊNCIAS

- Bartzik, F., & Zander, L. D. (2016). A importância das aulas práticas de ciências no ensino fundamental. *Revista@quivo Brasileiro de Educação*, Belo Horizonte, 4(8), 31-38.
- Batista, R. F., & Silva, C.C. (2018) A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos avançados*, 32, 97-110.
- Bordignon, F. (2020). Portaria GAB-DEPEN nº 188, de 24 de março de 2020.
- Brasil. (2014). Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação- PNE e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 26.
- Brasil. (2020). Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. *Diário Oficial da União*. 2020; 7 fev.
- Coelho, P. M. F. (2012). Os nativos digitais e as novas competências tecnológicas. Texto livre: Linguagem e tecnologia, 5(2), 88-95.
- de Sá, T. T., & Neto, F. R. A. (2016). A docência no Brasil: história, obstáculos e perspectivas de formação e profissionalização no século XXI. *Tropos: Comunicação, Sociedade E Cultura*, 5(1).
- Do Nascimento, Fabrício; Fernandes, Hylío Laganá; De Mendonça, Viviane Melo. (2010). O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR on-line*, 10, (39), 225-249.
- Coutinho, C. P., & Lisbôa, E. S. (2011). Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, 18(1), 5 – 22.
- Faria, E. T. (2004). O professor e as novas tecnologias. *Ser professor*, 4, 57-72.
- Frizon, V., Lazzari, M. D. B., Schwabenland, F. P., & Tibolla, F. R. C. (2015). A formação de professores e as tecnologias digitais. In *Anais do XII Congresso Nacional de Educação-EDUCERE*.
- Hodges, C. B., Moore, S., Lockee, B. B., Trust, T., & Bond, M. A. (2020). *The difference between emergency remote teaching and online learning*. Educase Review, Recuperado de <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Indalécio, A. B., & Ribeiro, M. D. G. M. (2017). Gerações Z e Alfa: os novos desafios para a educação contemporânea. *Revista UNIFEV: Ciência & Tecnologia*, 2, 137-148.
- Kuhn, T. S. (1998). *A estrutura das revoluções científicas*. 5ª. Edição. São Paulo: Editora Perspectiva SA.
- Moraes, R., & Galiuzzi, M. D. C. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação (Bauru)*, 12(1), 117-128.
- Moura, I. (2018). *A importância da construção do Personal Branding na geração Millennial* (Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra)
- do Nascimento, F., Fernandes, H. L., & de Mendonça, V. M. (2010). O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista histedbr on-line*, 10(39), 225-249.
- Nonato, E. D. R. S., Sales, M. V. S., & Cavalcante, T. R. (2021). Cultura digital e recursos pedagógicos digitais: um panorama da docência na Covid-19. *Práxis Educacional*, 17(45), 1-25.
- ONU, Organização das Nações Unidas. *Declaração Universal dos Direitos Humanos*, 1948. Disponível em: <https://bit.ly/2APix5U>. Acesso em: junho de 2021.
- Rodrigues, M. M. A. (2010). Políticas Públicas (coleção Folha Explica). São Paulo: Publifolha (Folha Explica).
- Sacristán, J. G. (2007). *A educação que ainda é possível: ensaios sobre uma cultura para a educação*. Porto Alegre: Artmed
- Saviani, D., (1985). *Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política*. São Paulo: Cortez Editora/Autores Associados

- Schön, D. (1992). *Formar professores como profissionais reflexivos. Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 2, 77-91.
- Silva-Batista, I. C. D., & Moraes, R. R. (2019). *História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil* (do Império até os dias atuais). *Educação Pública*, Rio de Janeiro–RJ, 19, 26.
- SILVA, L. D. O. (2012). A formação do professor da educação básica para uso da tecnologia: a complexidade prática. \_ In: BRAGA, Júnia de Carvalho Fidelis. *Integrando tecnologias no ensino de inglês nos anos finais do ensino fundamental*. São Paulo: Edições SM.
- Tardif, M., & Raymond, D. (2000). Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. *Educação & sociedade*, 21(73), 209-244.
- UNESCO. *Unesco reitera inclusão no dia internacional do acesso universal à informação*. 2021. Disponível em <<https://news.un.org/pt/story/2021/09/1764562>>. Acesso em 03/10/2021.
- Vergara, S. C., & Peci, A. (2003). Escolhas metodológicas em estudos organizacionais. *Organizações & Sociedade*, 10(27), 13-26

**TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA: PUBLICAÇÕES EM PERIÓDICOS DE 2016 A 2021**

DIGITAL INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR CHEMISTRY TEACHING: PUBLICATIONS IN JOURNALS FROM 2016 TO 2021

TECNOLOGÍAS DIGITALES DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: PUBLICACIONES EN REVISTAS DE 2016 A 2021

**Marcelo Lambach & Giuliane Alfonso Lomas**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
marcelolambach@utfpr.edu.br

**RESUMO** | Estudo sobre Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Química nos níveis Médio e Superior. Investigamos publicações brasileiras em revistas classificadas pelo Qualis da CAPES Brasil, sobre materiais de ensino e aprendizagem, para diagnosticarmos em que medida se utilizam esses recursos tecnológicos. Foram encontrados 58 artigos, indicando que escassos recursos nas instituições públicas e falta de treinamento docente sobre TDIC podem ser motivos das poucas publicações. Também que a pouca utilização/criação de TDIC para ensinar Química pode ser consequência de um processo da formação docente que não desenvolve o uso didático de TDIC, ou usa precariamente. A partir de estudos como este, espera-se que a comunidade de ensino de Química perceba a necessidade da produção de trabalhos que abordem o uso e a análise de TDIC, tendo em conta a importância da tecnologia na aproximação dos modelos ao mundo submicroscópico, em atividades presenciais ou a distância.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos Pedagógicos, Educação Tecnológica, Estado do Conhecimento.

**ABSTRACT** | Study on Digital Information and Communication Technologies (ICT) in the teaching of Chemistry at high school and higher education. Only 58 articles were found, indicating that scarce resources in public institutions and lack of teacher training on ICT may be reasons for the few publications. Also that the little use/creation of ICT to teach chemistry may be a consequence of a teacher training process that does not develop the didactic use of ICT, or uses them precariously. From these studies, it is expected that the community of chemistry teaching, recognize the need for the production of works that address the use and analysis of ICT, considering the importance of technology in approaching the models to the submicroscopic world, in face-to-face or distance activities.

**KEYWORDS:** Educational Resources, Technological Education, State of Art.

**RESUMEN** | Estudio sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la Química en la educación secundaria y superior. Sólo se encontraron 58 artículos, lo que indica que la escasez de recursos en las instituciones públicas y la carencia de formación del profesorado sobre las TIC pueden ser las razones de las pocas publicaciones. También el poco uso/creación de las TIC para la enseñanza de la química puede ser consecuencia de un proceso de formación docente que no desarrolla el uso didáctico de las TIC, o las utiliza de forma precaria. A partir de estos estudios, se espera que la comunidad de la enseñanza de la química reconozca la necesidad de la producción de trabajos que aborden el uso y análisis de las TIC, considerando la importancia de la tecnología en el acercamiento de los modelos al mundo submicroscópico, en actividades presenciales o a distancia.

**PALABRAS CLAVE:** Recursos Educativos, Educación Tecnológica, Estado del conocimiento.

## 1. INTRODUÇÃO

Este texto traz a pesquisa, organização e categorização de publicações que tratam de recursos disponíveis na internet sob licenças abertas, que utilizam Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), com foco no ensino de Química no nível final da Educação Básica e também no Ensino Superior. Tal estudo quis identificar o quanto o ensino de Química faz uso de recursos tecnológicos, tendo em vista a grande demanda, sobretudo em tempos de pandemia de Covid-19. Para isso, investigou-se nas publicações brasileiras, a quantidade e as características dos materiais de ensino e aprendizagem disponíveis na internet sob licenças abertas, também denominados Recursos Educacionais Abertos (REA) segundo Ferreira e Carvalho (2018), publicados entre 2016 e maio de 2021. Ou seja, analisou-se qualitativa e quantitativamente a utilização de recursos que fazem parte do conjunto das TDIC no decorrer do processo de ensino e aprendizagem.

Para isso, foram definidos critérios de análise e categorização a fim de identificar os recursos tecnológicos presentes nos materiais e realizar a devida categorização, a partir da metodologia de Análise de Conteúdo (Bardin, 2011).

Visto a pouca recorrência de artigos científicos que abordam o uso de TDIC para o Ensino de Química, este trabalho pode instigar tanto a realização de pesquisas que congreguem e estimulem produções sobre o tema, bem como, estimular o desenvolvimento e análise de práticas docentes pelo grupo de pesquisa dos autores, que lancem mão das TDIC para o ensino de química.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Oliveira (2015), ao longo da história, a humanidade tem desenvolvido e utilizado ferramentas que auxiliam e agilizam as tarefas do dia a dia. Com esse propósito, as TDIC também têm sido aplicadas no processo de ensino e aprendizagem, para contribuir com o melhor entendimento e aprendizagem dos conteúdos estudados em Química, considerada uma disciplina abstrata (Herron como citado em Eichler, 2001).

Segundo Moraes (1997), o uso da tecnologia como recurso didático que auxilia o docente no processo de ensino, teve início no Brasil na década de 1960, para o ensino de Cálculo Científico. Em 1973, o uso do computador para o ensino de Química, para realizar simulações, se deu no Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde e no Centro Latino-Americano de Tecnologia Educacional, ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Moraes, 1997).

O termo TDIC surgiu no Brasil na década de 1990 (Machado, 2016), que caracteriza o uso dos laboratórios de Informática, de tablets, de smartphones e quaisquer aparelhos que possibilitem o acesso à Internet e jogos eletrônicos, softwares, plataformas de ensino, como ambientes virtuais de aprendizagem, simuladores *online*, fóruns, vídeos, etc (Costa, Duqueviz & Pedroza, 2015).

O uso das TDIC para o ensino de Química é bem diversificado, já que são desde tabelas periódicas interativas com informações mais simples ou mais complexas, como Ptable®; softwares com representação 2D/3D de moléculas, como ChemSketch®; softwares que simulam reações e situações em diferentes conteúdos de Química, como PhET *Interactive Simulations*,

todos estes citados disponíveis em diversos idiomas; jogos *online* brasileiros do tipo RPG<sup>1</sup> que envolvem ocorrências do dia a dia relacionadas com a Química, como por exemplo, Batalha de Periódica, e aplicativos de Química para celular encontrados no Google Play e App Store (Moreno & Heidelmann, 2016).

Tais recursos, além de poderem ser integrados no tempo escolar da Educação Básica<sup>2</sup>, também podem ser utilizados no Ensino Superior, tanto em cursos de formação de professores, como em outras áreas, tais como nos bacharelados em Química e cursos de Engenharia, Biologia e os da área da saúde, ambiental e afins.

A utilização desses recursos educacionais tecnológicos, têm trazido várias contribuições (Gomes, Pombo, & Marques, 2020) à educação, tal como “as tecnologias permitem a difusão do conhecimento e o compartilhamento de informações e quem quer que esteja conectado à web pode acessar milhões de informações apenas com um clique”, além de possibilitar que o ensino seja mais atrativo, na expectativa de resultar em uma melhor aprendizagem (Carneiro, Rodrigues, França, & Prata, 2020, p. 4).

O uso de equipamentos que possuem acesso à internet, como os *smartphones*, tornou-se amplo para a população em geral, tanto no Brasil como em muitos outros países, sendo úteis até mesmo para crianças pequenas que os utilizam para assistir a desenhos animados. Entretanto, ainda há um grande descompasso sobre o uso desses recursos em escolas da Educação Básica, principalmente em regiões mais carentes, em que muitas escolas não possuem estrutura apropriada, com computadores e rede de internet que funcione com plenitude (Stinghen, 2016). Além disso, é comum identificar docentes que alegam dificuldades de natureza diversa, incluindo as de ordem pedagógica, de incluírem esse tipo de tecnologia em suas aulas. Segundo Stinghen (2016, p.15) “[...] o computador se revela como maior desafio para muitos professores, porque abrange além do conhecimento técnico, a compreensão de como utilizá-lo como uma ferramenta pedagógica.”

A pandemia da COVID-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, fez com que as atividades educacionais presenciais fossem interrompidas, sendo necessário o uso de equipamentos, como computadores e *smartphones* com acesso à internet, para a continuação dos estudos de forma remota. Com isso, houve um aumento na utilização de recursos tecnológicos, e sites para reuniões virtuais passaram a ser utilizados por um grande contingente de pessoas, como apontam os dados de uma Universidade Tecnológica brasileira, destacados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Estudantes matriculados nos cursos de Graduação nos 13 câmpus da UTFPR

Período	Número de turmas	Estudantes matriculados	Número de matrículas
2019/2	7910	29272	175104
2020/2	7330	29843	173076

**Nota.** Fonte: Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (2021).

<sup>1</sup> Role Playing Game (RPG) são jogos eletrônicos em que os jogadores interpretam personagens, envolvendo narrativas, histórias. As escolhas dos jogadores decidem o rumo do jogo.

<sup>2</sup> A Educação Básica é constituída pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio.

Nota-se que o segundo semestre letivo de 2020 (ocorrido com atraso no início de 2021), cenário durante a pandemia, contou com o número de matrículas muito próximo ao valor do segundo semestre letivo de 2019, período que ainda as aulas eram presenciais. O que implica dizer que todos esses estudantes estavam utilizando recursos tecnológicos, visto que as aulas ocorreram completamente de forma remota.

### 3. METODOLOGIA

O estudo em foco refere-se a uma pesquisa designada como Estado do Conhecimento, sendo financiada pela Fundação Araucária do Paraná - Brasil. De acordo com Ferreira (2002), esse tipo de estudo possui caráter bibliográfico, com o propósito de estruturar o tema em investigação a partir da inventariação, categorização e descrição das produções acadêmicas sobre o assunto, analisando fenômenos, aspectos e dimensões em tempos e locais distintos, com intuito de compilar o conhecimento já existente dessa área. Segundo Ferreira (2002, p. 252), a pesquisa do tipo estado do conhecimento tem o propósito de sistematizar “[...] de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários.”

Assim, foi realizada uma investigação a fim de quantificar e categorizar trabalhos científicos relacionados ao uso de TDIC no ensino de Química no nível final da Educação Básica e no Ensino Superior. Para a seleção de periódicos, foi utilizada a classificação Qualis Periódicos<sup>3</sup> utilizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), tomando como referência os enquadrados nos estratos B2, B1, A2 e A1 da Área de Avaliação Ensino (CAPES, 2020).

A busca por artigos nos periódicos selecionados se deu no intervalo dos últimos 5 anos, a partir de 2016, considerando marco temporal as Diretrizes Nacionais de Formação de Professores (Brasil, 2015), por denotar a importância das tecnologias na formação de professores.

Para a categorização dos trabalhos encontrados, foi utilizada a metodologia de Análise de Conteúdo (AC) (Bardin, 2011). O método se resume nas seguintes etapas: pré-análise (é realizada uma leitura flutuante, uma organização de todo o material a ser integrado na respectiva pesquisa); exploração do material (uma breve síntese do contexto dos documentos, fazendo resumos que representem cada trabalho; utilização de palavras-chaves); e tratamento dos resultados e interpretação (agrupamento dos documentos a partir das semelhanças e características comuns encontradas entre os documentos) (Caregnato & Mutti, 2006). De acordo com Caregnato e Mutti (2006, p 682): “Na AC o texto é um meio de expressão do sujeito, onde o analista busca categorizar as unidades de texto (palavras ou frases) que se repetem, inferindo uma expressão que as representem.”

### 4. RESULTADOS

Após a pesquisa, foi realizado o agrupamento de todos os documentos encontrados sobre o assunto nos periódicos selecionados, que contêm em seus sumários artigos envolvendo o

---

<sup>3</sup> É um sistema usado para classificar a produção científica dos programas de pós-graduação no que se refere aos artigos publicados em periódicos científicos.

uso/criação de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o ensino de Química (Tabela 2).

**Tabela 2 - Periódicos selecionados para a pesquisa e quantidade de artigos encontrados**

Ordem	Nome do periódico	Número de artigos encontrados
I	Actio: Docência Em Ciências	2
II	Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática	1
III	Areté - Revista Amazônica De Ensino De Ciências	2
IV	Ciência & Educação	1
V	Ciência Em Foco	1
VI	Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista	1
VII	Experiências Em Ensino De Ciências	5
VIII	Investigações Em Ensino De Ciências	2
IX	Principia	1
X	Química Nova Na Escola	11
XI	Revista Brasileira De Educação Em Ciências E Educação Matemática	1
XII	Revista Brasileira De Ensino De Ciência E Tecnologia	8
XIII	Revista Ciências & Idéias	1
XIV	Revista Debates Em Ensino De Química	2
XV	Revista Educacional Interdisciplinar	12
XVI	Revista Eletrônica Ludus Scientiae	2
XVII	Revista Prática Docente	3
XVIII	Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática	1
XIX	Revista De Educação, Ciência E Tecnologia	1
Total: 19 periódicos		Total: 58 artigos

**Nota.** Fonte: Autoria própria (2021).

Foi feita a identificação de todos os artigos encontrados no assunto de interesse e, a partir da leitura dos documentos, cada um foi sintetizado em algumas palavras-chaves que melhor os resumissem. Com isso, foi possível fazer uma categorização desses trabalhos, conforme a Tabela 3.

As categorias têm as seguintes características:

- “Avaliação de documentos de uso de TDIC no ensino de Química” que compreende os artigos sobre a busca e avaliação de documentos que discutem sobre o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ensino de Química;
- “Avaliação de recursos digitais” que abrange os artigos em que foram analisadas características, empregabilidade e efetividade de recursos digitais para o ensino de Química;
- “Criação de recursos digitais” que integra os artigos que apresentam a criação de jogos, *softwares* e outros recursos digitais para o ensino de Química;
- “Formação de professores” compreende os artigos em que recursos digitais foram aplicados em sua maioria com alunos de Licenciatura em Química, o que contribui para a formação futura;
- “Uso de *Softwares* no Ensino Médio” que contém artigos em que *softwares* para o ensino de Química foram aplicados em sala de aula no Ensino Médio, levando em consideração todo o processo de aplicação, condições do ambiente e a opinião dos estudantes após as atividades realizadas;
- “Uso de *Softwares* no Ensino Superior” engloba os artigos em que *softwares* para o ensino de Química foram aplicados em sala de aula no Ensino Superior, levando em consideração todo o processo de aplicação, condições do ambiente e a opinião dos estudantes após as atividades realizadas;
- “Uso de TDIC no Ensino Médio” que abarca os artigos que trazem a utilização de outros recursos digitais para o ensino de Química (vídeos, filmes, etc) em sala de aula no Ensino Médio, levando em consideração todo o processo de aplicação, condições do ambiente e a opinião dos estudantes após as atividades realizadas.

**Tabela 3 – Identificação dos artigos selecionados encontrados nos periódicos para a pesquisa**

#	Ordem do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
1	I	O uso do WhatsApp como ferramenta pedagógica no ensino de Química	<a href="https://periodicos.ufpr.edu.br/actio/article/view/6905/4616">https://periodicos.ufpr.edu.br/actio/article/view/6905/4616</a>	aplicativo, recursos digitais, aprendizagem, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2017
2	I	Aplicativo QuiLegAl como recurso de ensino na percepção de graduandos de licenciatura em Química	<a href="https://periodicos.ufpr.edu.br/actio/article/view/9326">https://periodicos.ufpr.edu.br/actio/article/view/9326</a>	recursos digitais, aplicativo, ensino de Química, formação de professores	Formação de professores	2020
3	II	Produção e avaliação de um aplicativo móvel para ensino de química ambiental	<a href="https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/7841/6954">https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/7841/6954</a>	aplicativo, recursos digitais, criação de <i>software</i>	Criação de recursos digitais	2021
4	III	Uso da publicidade televisiva na sala de	<a href="http://periodicos.uea.edu.br/index.php/">http://periodicos.uea.edu.br/index.php/</a>	formação de professores,	Formação de professores	2017

Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
	aula: percepções e contribuições de acadêmicos de Licenciatura em Química	<a href="http://arete/article/view/50/618">arete/article/view/50/618</a>	recursos digitais, ensino de Química		
5 III	As concepções de professores de uma escola pública sobre o uso das TIC's no ensino de Química	<a href="http://periodicos.uaedu.br/index.php/arete/article/view/41/610">http://periodicos.uaedu.br/index.php/arete/article/view/41/610</a>	uso de tecnologia em sala de aula, formação continuada de professores	Formação de professores	2017
6 IV	O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de Química e os aspectos semióticos envolvidos na interpretação de informações acessadas via web	<a href="https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n3/1516-7313-ciedu-24-03-0639.pdf">https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n3/1516-7313-ciedu-24-03-0639.pdf</a>	recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de TDIC no Ensino Médio	2018
7 V	Aplicativos para aprendizagem móvel no ensino de Química	<a href="https://econtents.bucunicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/14710/9697">https://econtents.bucunicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/14710/9697</a>	aplicativos de celular, tecnologia, Ensino Médio	Uso de Softwares no Ensino Médio	2020
8 VI	Utilização de um ambiente virtual de aprendizagem: possibilidades e desafios no ensino de Química	<a href="http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/encitec/article/view/2297">http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/encitec/article/view/2297</a>	software, recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de Softwares no Ensino Médio	2019
9 VII	O uso de software de representação molecular em 3D como material didático interdisciplinar para o ensino de Química	<a href="https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID348/v12_n2_a2017.pdf">https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID348/v12_n2_a2017.pdf</a>	novas tecnologias, software, Ensino Médio	Uso de Softwares no Ensino Médio	2017
10 VII	Reações Químicas em compartilhamentos na internet: percepção de estudantes a partir da técnica da controvérsia controlada	<a href="https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID651/v14_n3_a2019.pdf">https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID651/v14_n3_a2019.pdf</a>	recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de TDIC no Ensino Médio	2019
11 VII	Simulações computacionais no ensino de Química:	<a href="https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID609/v14_n2_a2019.pdf">https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID609/v14_n2_a2019.pdf</a>	software, recursos digitais, ensino de	Uso de Softwares no Ensino Médio	2019

Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
	estudando as microondas	<a href="#">9.pdf</a>	Química, Ensino Médio		
12 VII	Sistema computacional no ensino de Química: o uso do programa Avogadro como ferramenta auxiliar no ensino de ligações Químicas	<a href="https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID722/v15_n2_a2020.pdf">https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID722/v15_n2_a2020.pdf</a>	formação de professores, <i>software</i> , tecnologia, recursos digitais	Formação de professores	2020
13 VII	Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de Química em turmas do ensino médio em escola pública: uma pesquisa-ação	<a href="https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID706/v15_n1_a2020.pdf">https://if.ufmt.br/ee/nci/artigos/Artigo_ID706/v15_n1_a2020.pdf</a>	<i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2020
14 VIII	Quadro analítico para discussões argumentativas em fóruns on-line: aplicação no ensino de Química	<a href="https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1137">https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1137</a>	ferramentas de análise, ambiente virtual, ensino de Química superior	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Superior	2018
15 VIII	Jogo de realidade alternativa (ARG) como estratégia avaliativa no ensino de Química	<a href="https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1702/pdf">https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1702/pdf</a>	uso de jogo, recurso digital, formação de professores	Formação de professores	2020
16 IX	Smartphones e o ensino de Química orgânica: o uso de jogos pode influenciar no aprendizado?	<a href="https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/2204">https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/2204</a>	uso de jogo, recurso digital, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2019
17 X	Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc382/03-QS-76-14.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc382/03-QS-76-14.pdf</a>	<i>softwares</i> , ensino de Química, busca e avaliação de artigos	Avaliação de documentos de uso de TDIC no ensino de Química	2016
18 X	Recursos instrucionais inovadores para o	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc39">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc39</a>	<i>software</i> , recursos digitais,	Avaliação de recursos	2016

Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
	ensino de Química	<a href="#">1/04-EQM-17-16.pdf</a>	avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	digitais	
19 X	As videoaulas em foco: que contribuições podem oferecer para a aprendizagem de ligações químicas de estudantes da educação básica?	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc404/09-EQF-17-18.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc404/09-EQF-17-18.pdf</a>	recursos digitais, avaliação de vídeos para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2018
20 X	Ambiente virtual de aprendizagem para a aplicação de atividades didáticas pautadas na resolução de estudos de caso	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/artigos/04-EQM-11-18.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/artigos/04-EQM-11-18.pdf</a>	<i>software</i> , recursos digitais, avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2018
21 X	ALTERNATE REALITY GAME (ARG): breve histórico, definições e benefícios para o ensino e aprendizagem da Química	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc414/05-EQM-75-18.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc414/05-EQM-75-18.pdf</a>	jogo, recursos digitais, avaliação de jogo para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2019
22 X	Uso do Gnuplot como ferramenta facilitadora do ensino: Aplicações em Físico-Química	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc424/03-EQM-52-19.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc424/03-EQM-52-19.pdf</a>	<i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, Ensino Superior	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Superior	2020
23 X	A Química do petróleo: a utilização de vídeos para o ensino de Química no nível médio	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc423/06-RSA-53-19.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc423/06-RSA-53-19.pdf</a>	recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de TDIC no Ensino Médio	2019
24 X	Kahoot! e socrative como recursos para uma aprendizagem tecnológica ativa gamificada no ensino de Química	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc422/07-RSA-51-19.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc422/07-RSA-51-19.pdf</a>	formação de professores, <i>software</i> , tecnologia, recursos digitais	Formação de professores	2019
25 X	Stop motion no Ensino de Química	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc421/04-EQM-26-19.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc421/04-EQM-26-19.pdf</a>	formação de professores, <i>software</i> , tecnologia, recursos digitais	Formação de professores	2019
26 X	Aprendizagem Móvel no Ensino de Química:	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc43">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc43</a>	<i>software</i> , recursos digitais,	Avaliação de recursos	2020

Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
	apontamentos sobre a Realidade Aumentada	<a href="#">2/03-EQM-1-20.pdf</a>	avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	digitais	
27 X	Ensino de Eletroquímica: avaliação da capacidade de escolha e do aprendizado obtido por alunos do 3º ano a partir de videoaulas no YouTube – estudo de caso no IFMG - Campus Ouro Preto	<a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc432/09-EQF-11-20.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc432/09-EQF-11-20.pdf</a>	recursos digitais, avaliação de vídeos para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2020
28 XI	Uma experiência de produção de videoaula experimental em aulas de Química	<a href="http://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/22069/14128">http://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/22069/14128</a>	criação de vídeos, recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Criação de recursos digitais	2019
29 XII	Ensino híbrido utilizando a rede social Edmodo: um estudo exploratório sobre as potencialidades educacionais para o ensino de Química	<a href="https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/4873/pdf">https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/4873/pdf</a>	formação de professores, <i>software</i> , tecnologia, recursos digitais	Formação de professores	2017
30 XII	Utilização e avaliação de <i>software</i> educacional para ensino de equilíbrio químico	<a href="https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/5369/pdf">https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/5369/pdf</a>	<i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2018
31 XII	Percepções e apontamentos de um grupo de discentes ao explorarem a hiperímida Equimídi@	<a href="https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/5955/pdf">https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/5955/pdf</a>	<i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2018
32 XII	O uso de mídias digitais, associados ao ambiente virtual de ensino e de aprendizagem, no ensino de Química: explorando a radioatividade por meio	<a href="https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/7296/pdf">https://periodicos.ufpr.edu.br/rbect/article/view/7296/pdf</a>	<i>software</i> , jogo, recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2019

Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
	da educação a distância				
33 XII	Jogo computacional 3D em primeira pessoa: uma possibilidade para o ensino de Química	<a href="https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/8120/pdf">https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/8120/pdf</a>	tecnologia, criação de jogo, aspectos ambientais de Química, Ensino Médio	Criação de recursos digitais	2019
34 XII	Construção e aplicação de um objeto virtual de aprendizagem (OVA) para o ensino de Química: abordagem da temática sabão	<a href="https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/8847/pdf">https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/8847/pdf</a>	criação de <i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Criação de recursos digitais	2020
35 XII	Softwares de simulação no ensino de química: uma perspectiva através do m-learning	<a href="https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/11543/pdf">https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/11543/pdf</a>	aplicativo, recursos digitais, avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2021
36 XII	Ensino de química e TDIC na educação de jovens e adultos: o contexto de relações em sala de aula	<a href="https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/11943/pdf">https://periodicos.ufrpe.edu.br/rbect/article/view/11943/pdf</a>	recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio (EJA)	Uso de TDIC no Ensino Médio (EJA <sup>4</sup> )	2021
37 XIII	O uso de simuladores virtuais na educação básica: uma estratégia para facilitar a aprendizagem nas aulas de Química	<a href="https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1280/813">https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1280/813</a>	<i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2020
38 XIV	A Utilização das TIC no Ensino de Química durante a Formação Inicial	<a href="http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1319">http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1319</a>	formação de professores, <i>software</i> , tecnologia, recursos digitais	Formação de professores	2016
39 XIV	Instagram como Ferramenta de Aprendizagem Colaborativa Aplicada ao Ensino de Química	<a href="http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2099">http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2099</a>	aplicativo, recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2019
40 XV	Softwares para o ensino de Química:	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/a">https://seer.faccat.br/index.php/redin/a</a>	<i>software</i> , recursos digitais,	Avaliação de recursos	2016

<sup>4</sup> EJA: modalidade Educação de Jovens e Adultos.

Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
	Chemskech® um poderoso recurso didático	<a href="#">rticle/view/451/374</a>	avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	digitais	
41 XV	Software arguslab®: um recurso didático para o ensino de Química	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/639">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/639</a>	<i>software</i> , recursos digitais, avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2017
42 XV	Desenvolvimento e avaliação de um objeto educacional para o ensino de Química orgânica	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/642/498">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/642/498</a>	<i>software</i> , criação de recursos, ensino de Química, Ensino Médio	Criação de recursos digitais	2017
43 XV	Objetos de aprendizagem em Química e ciências: avaliando potencialidades e desafios	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/641/497">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/641/497</a>	<i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2017
44 XV	Aplicativos educacionais para o ensino de Química: incidência e análise em trabalhos científicos	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1057/641">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1057/641</a>	<i>softwares</i> , ensino de Química, busca e avaliação de artigos	Avaliação de documentos de uso de TDIC no ensino de Química	2018
45 XV	M-learning no ensino de Química para surdos: avaliação de objetos de aprendizagem	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1056/640">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1056/640</a>	aplicativo, recursos digitais, avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química, LIBRAS	Avaliação de recursos digitais	2018
46 XV	Mobile learning: avaliação e seleção de um aplicativo para o ensino de elementos químicos	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1065/647">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1065/647</a>	aplicativos, recursos digitais, avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2018
47 XV	Avaliação de um jogo pedagógico desenvolvido com o powerpoint para o ensino de Química.	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1067/649">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1067/649</a>	jogo, <i>software</i> , recursos digitais, ensino de Química, Ensino Superior	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Superior	2018

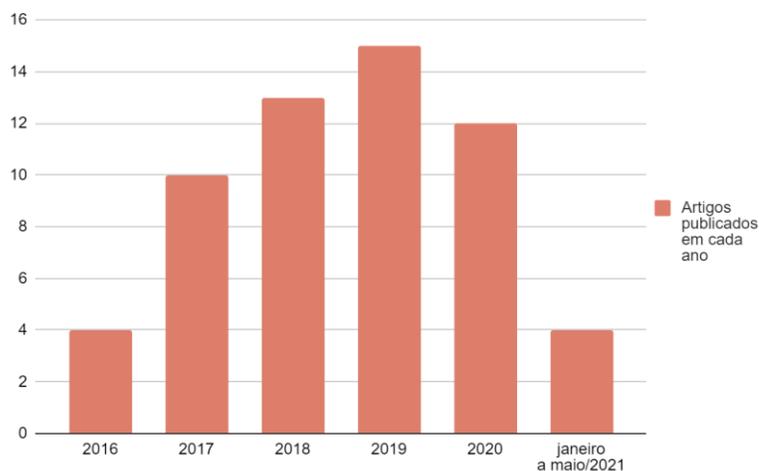
Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
48 XV	Avogadro no ensino de Química: um avançado editor molecular de visualização de um grande potencial pedagógico	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1076/658">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1076/658</a>	<i>software</i> , recursos digitais, avaliação de um <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2018
49 XV	Avaliação de aplicativos para o ensino de Química geral disponível para dispositivos móveis	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1099/681">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1099/681</a>	aplicativos, recursos digitais, ensino de Química, avaliação de <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2018
50 XV	Xenubi: aspectos técnicos e pedagógicos de um aplicativo para o ensino de Química	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1499/962">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1499/962</a>	aplicativo, recursos digitais, avaliação de um <i>software</i> para o ensino de Química	Avaliação de recursos digitais	2019
51 XV	Uso do aplicativo Photometrix® para determinação de fosfato em fertilizantes: um recurso didático para o ensino de Química analítica	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1560/1017">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1560/1017</a>	aplicativo, recursos digitais, ensino de Química, Ensino Superior	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Superior	2019
52 XVI	O processo de criação de um <i>software</i> educacional para o ensino e aprendizagem de Química	<a href="https://revistas.unil.a.edu.br/relus/artic/e/view/927/884">https://revistas.unil.a.edu.br/relus/artic/e/view/927/884</a>	<i>software</i> , criação de recursos, ensino de Química, Ensino Médio	Criação de recursos digitais	2017
53 XVI	Sherlock Holmes e a Química: análise e utilização de filmes de ficção no ensino de Química	<a href="https://revistas.unil.a.edu.br/relus/artic/e/view/744/734">https://revistas.unil.a.edu.br/relus/artic/e/view/744/734</a>	filmes, recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2017
54 XVII	QUIMI CRUSH: atividade lúdica para o ensino de Química orgânica	<a href="http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/264/100">http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/264/100</a>	aplicativo, ensino de Química, criação de recurso, Ensino Médio, formação de professores	Criação de recursos digitais	2018
55 XVII	Interface tecnologias	<a href="http://periodicos.cfs">http://periodicos.cfs</a>	ensino de	Avaliação de	2019

Ordem # do periódico	Título do artigo	Link do artigo	Palavras-chaves da atividade desenvolvida	Categoria	Data de publicação
	digitais no ensino de Química e alfabetização científica: o que relatam os artigos científicos?	<a href="http://ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/490/231">.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/490/231</a>	Química, busca e avaliação de artigos	documentos de uso de TDIC no ensino de Química	
56 XVII	Quiz molecular: aplicativo lúdico didático para o ensino de Química orgânica	<a href="http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/550/265">http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/550/265</a>	aplicativo, ensino de Química, criação de recurso, Ensino Médio, formação de professores	Criação de recursos digitais	2020
57 XVIII	Percepções sobre o aplicativo FOQ1 Química por estudantes de uma escola pública	<a href="https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/11227/7900">https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/11227/7900</a>	aplicativo, recursos digitais, ensino de Química, Ensino Médio	Uso de <i>Softwares</i> no Ensino Médio	2021
58 XIX	TIC como ferramenta cultural no ensino superior em Química	<a href="https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4106">https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4106</a>	recursos digitais, formação de professores, avaliação de TDIC	Formação de professores	2020

**Nota.** Fonte: Autoria própria (2021).

Foram identificadas 7 categorias, das quais: 3 artigos de Avaliação de documentos de uso de TDIC no ensino de Química, 15 artigos de Avaliação de recursos digitais, 8 artigos de Criação de recursos digitais, 10 artigos de Formação de professores, 14 artigos de Uso de *Softwares* no Ensino Médio, 4 artigos de Uso de *Softwares* no Ensino Superior e por fim, 4 artigos de Uso de TDIC no Ensino Médio, totalizando 58 artigos dos 19 periódicos.

Abaixo encontra-se o gráfico contendo a quantidade de artigos publicados no período de 2016 até o mês de maio de 2021, período, o qual, esse trabalho baseou-se na pesquisa.



**Gráfico 1** - Quantidade de artigos publicados no período de 2016 até maio de 2021.

## 5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram que há mais artigos produzidos que abordam o uso de recursos digitais na fase final da Educação Básica - 18 no total -, do que no Ensino Superior, com 4 no total. Também nota-se que as publicações sobre TDIC no ensino de Química são em número reduzido (58, possui uma média de 11 publicações por ano, menos que uma por mês), ainda mais se considerar que essa não é uma temática tão recente (visto que o primeiro uso de TDIC para ensino no Brasil encontra-se registrado na década de 1990) (Machado, 2016) e, com certeza, foi intensificada pela Pandemia da Covid-19, na qual, grande parcela de trabalhadores e estudantes necessitaram de reuniões e estudos virtuais.

A falta de recursos (como computadores, Internet, recursos multimídia) em escolas e universidades/faculdades públicas brasileiras. O que, de acordo com Stingham (2016), pode explicar a pouca quantidade de artigos produzidos sobre o uso em si das TDIC durante o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica e no Ensino Superior. Também a formação continuada dos profissionais docentes, que poderia fazer com que os professores estivessem sempre atualizados com os mais diversos tipos de TDIC, acaba sendo escassa, visto que, é necessário além de um conhecimento técnico para uso das TDIC, um conhecimento pedagógico para a aplicação correta e efetiva desses recursos (Stingham, 2016).

Devido a esse quadro das publicações, pode-se supor que os professores do Ensino Superior não utilizam TDIC, ou pouco o fazem, em sua práxis pedagógica, para além da projeção de slides, sendo essas a digitalização das aulas escritas no quadro de giz. Bem como, não devem demandar dos estudantes, futuros professores de Educação Básica, o emprego das TDIC de forma integrada ao ensino de química e ao mundo submicroscópico que a fundamenta. Isso traz, como consequência, a pequena presença de recursos TDIC no ensino de Química na escola, que já sofre com as limitações estruturais e de recursos materiais.

Sobre a criação de recursos digitais, considera-se que essa seja uma problemática maior do que a utilização de TDIC, uma vez que dependem do investimento em recursos materiais e na formação de pessoas que tenham em mente a promoção da independência do recurso como

objeto de aprendizagem. Além disso, o ambiente escolar exige adaptações do ambiente físico, das aulas, e treinamento dos profissionais que atuam na educação.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados gerados na presente investigação levam a concluir que ainda são poucos os trabalhos publicados que tratam da abordagem de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o Ensino de Química, mesmo sendo essa uma temática de grande evidência na educação como um todo. No total, foram encontrados 58 artigos produzidos em pouco mais de 5 anos (de 2016 até o mês de maio de 2021) em 19 periódicos, no universo analisado, o que dá uma média de aproximadamente 11 artigos por ano (porém, o ano de 2016 possui apenas 4 artigos publicados). Não foi possível observar um avanço nessa área de pesquisa durante a pandemia, época em que recursos digitais foram indispensáveis, ao ver que em 2020 e janeiro a maio de 2021, houve a publicação de 12 e 4 artigos, respectivamente. Quando os picos do período analisado foram em 2018 e 2019, com a publicação de 13 e 15 artigos, respectivamente.

Contudo, percebe-se que é um campo de investigação promissor, considerando que as TDIC vêm sendo cada vez mais promovidas por empresas e por sistemas de ensino. Além do mais são consideradas para melhor compreender o conhecimento científico para além da memorização em um mundo cada vez mais nanotecnológico e nanoquímico. Ademais, como tem sido exigida a efetiva utilização das TDIC no cotidiano, algo que ganhou notoriedade no período pandêmico de COVID-19, em que os recursos digitais foram determinantes para que as pessoas pudessem trabalhar e estudar em casa. Com isso, ressalta-se também a necessidade de uma evidente e íntima relação entre o desenvolvimento de aulas no Ensino Superior nos cursos de Licenciatura com o uso de TDIC e a repercussão disso na educação básica do professor formado nesse contexto.

## 7. IMPLICAÇÕES

Visto a pouca recorrência de artigos científicos que abordam o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o Ensino de Química, como demonstrado aqui, este trabalho pode instigar tanto a realização de pesquisas que congreguem e estimulem produções sobre o tema, bem como, estimular o desenvolvimento e análise de práticas docentes pelo grupo de pesquisa dos autores, que lancem mão das TDIC para o ensino de química.

Além disso, o presente estudo traz a sistematização de artigos categorizados em suas características, auxiliando futuras pesquisas e pesquisadores no tema.

## REFERÊNCIAS

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Brasil (2015). Parecer CNE/CP9/2001 - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília: MEC. [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=136731-rcp002-15-1&category\\_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=136731-rcp002-15-1&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192).

- Caregnato, R. C. A., & Mutti, R. (2006). Pesquisa qualitativa: Análise de discurso versus análise de conteúdo. *Texto & Contexto Enfermagem*, 15(4), 679-684. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072006000400017>.
- Carneiro, L. de A., Rodrigues, W., França, G., & Prata, D. N. (2020). Use of technologies in Brazilian public higher education in times of pandemic COVID-19. *Research, Society and Development*, 9(8). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5485>.
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). (2020). *Plataforma Sucupira*. <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>.
- Costa, S. R. S., Duqueviz, B. C., & Pedroza, R. L. S. (2015). Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 19(3), 603-610. <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0193912>.
- Eichler, M. (2001). Os modelos abstratos na apreensão da realidade química. *Educación Química*, 12(3), 138-148. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2001.3.66341>.
- Ferreira, G. M. S., & Carvalho, J. S. (2018). Recursos educacionais abertos como tecnologias educacionais: Considerações críticas. *Educação & Sociedade*, 39(144), 738-755. <http://dx.doi.org/10.1590/ES0101-73302018186545>.
- Ferreira, N. S. A. (2002). As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, 79, 257-272. <https://doi.org/10.1590/S0101-73302002000300013>.
- Gomes, M. L. R., Pombo, L., & Marques, M. M. (2020). EDUPARK - jogo interativo ao ar livre com realidade aumentada: Satisfação de alunos de ciências naturais. *Revista Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*, 01(02), 52-72. <https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/116/30>.
- Machado, S. C. (2016) Análise sobre o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) no processo educacional da geração internet. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 14(2). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.70645>.
- Mendes, L. O. R., & Pereira, A. L. (2020). Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: Análise do processo e proposição de etapas. *Revista Educação Matemática Pesquisa*, 22(3). <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>.
- Moraes, M. C. (1997). Informática educativa no Brasil: Uma história vivida, algumas lições aprendidas. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 1. <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.1997.1.1.19-44>.
- Moreno, E. L., & Heidelmann, S. P. (2016). Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 39(1), 12- 18. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160055>
- Oliveira, W. C. (2015). *Utilização e avaliação de softwares no ensino de gases ideais: Uma proposta de unidade didática para o ensino médio* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, PR, Brasil. Recuperado de [http://www.pcm.uem.br/uploads/2015-dissertacao-wesley-cabral-de-oliveira-final-versao-online\\_1463708481.pdf](http://www.pcm.uem.br/uploads/2015-dissertacao-wesley-cabral-de-oliveira-final-versao-online_1463708481.pdf).
- Silva, D. A. (2018). *A formação continuada em tecnologias digitais ofertada no Paraná sob a ótica de professores da rede estadual de Foz do Iguaçu* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Recuperado de <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3647/5/Denis Antonio Silva 2018.pdf>.
- Stinghen, R. S. (2016). *Tecnologias na educação: dificuldades encontradas para utilizá-la no ambiente escolar* (Trabalho de especialização). Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. Recuperado de [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169794/TCC\\_Stinghen.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169794/TCC_Stinghen.pdf?sequence=1).

*Section 1: Research in Science, Mathematics and Technology Education*  
*Secção 1: Investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*

**STORYTELLING BASED ON THE HISTORY OF SCIENCE AS AN EFFECTIVE  
EDUCATIONAL TOOL – APPLICATION IN REAL CLASSROOM SETTINGS**

**CONTAR HISTÓRIAS COM BASE NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO UMA FERRAMENTA EDUCATIVA  
EFICAZ - APLICAÇÃO EM AMBIENTES DE SALA DE AULA REAIS**

**LA NARRACIÓN BASADA EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA  
EFICAZ - APLICACIÓN EN AULA REAL**

**Nausica Kapsala & Evangelia Mavrikaki**

National and Kapodistrian University of Athens, Greece  
nkapsala@gmail.com

**ABSTRACT** | Telling stories derived from the History of Science (HOS) is an educational tool that can be used in science teaching to achieve multiple learning goals. In this research we examine the effectiveness of storytelling as an educational approach in secondary education biology teaching. We designed storytelling interventions about the transmission of diseases (grades: 8, 9, 12) and DNA structure (grade 9). We developed stories from the HOS and adapted them to the relevant curriculum. To evaluate the effectiveness of these interventions we used cognitive questionnaires, interviewed teachers and students in focus groups and used non-participatory observation of the approaches. HOS storytelling was effective in achieving cognitive goals, increasing students' engagement, improving classroom climate, bringing up NOS and sociocultural discussions, while both students and teachers enjoyed it and longed for more. Storytelling affects the classroom dynamics and the relationships among teachers and students cultivating the conditions for meaningful learning.

**KEYWORDS:** Storytelling, History of Science, Students' engagement, Classroom climate, Nature of Science.

**RESUMO** | Contar histórias provenientes da História da Ciência (HOS) é uma ferramenta educacional que pode ser utilizada no ensino das ciências para atingir múltiplos objetivos de aprendizagem. Nesta investigação, examinamos a eficácia da narração de histórias como uma abordagem educacional no ensino de biologia do ensino secundário. Concebemos intervenções de narração sobre a transmissão de doenças (8º, 9º, 12º anos) e estrutura do ADN (9º ano). Desenvolvemos histórias a partir da HOS e adaptámo-las ao currículo relevante. Para avaliar a eficácia destas intervenções, utilizámos questionários cognitivos, entrevistamos professores e alunos em grupos focais e utilizámos a observação não participativa das abordagens. A narração de histórias da HOS foi eficaz para alcançar os objetivos cognitivos, aumentando o envolvimento dos estudantes, melhorando o clima da sala de aula, trazendo à tona Natureza da Ciência e discussões socioculturais, enquanto que tanto estudantes como professores apreciaram e desejaram mais. A narração de histórias afeta a dinâmica da sala de aula e as relações entre professores e alunos, cultivando as condições para uma aprendizagem significativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contar histórias, História da Ciência, Envolvimento dos alunos, Clima da sala de aula, Natureza da Ciência.

**RESUMEN** | La narración de la Historia de la Ciencia (HOS) es una herramienta educativa que puede utilizarse en la enseñanza de las ciencias para alcanzar múltiples objetivos de aprendizaje. En esta investigación, examinamos la eficacia de la narración de cuentos como enfoque educativo en la enseñanza de la biología en la escuela secundaria. Diseñamos intervenciones de cuentos sobre la transmisión de enfermedades (grados 8, 9, 12) y la estructura del ADN (grado 9). Desarrollamos las historias de la HOS y las adaptamos al plan de estudios correspondiente. Para evaluar la eficacia de estas intervenciones, se utilizaron cuestionarios cognitivos, se entrevistó a profesores y alumnos en grupos de discusión y se recurrió a la observación no participante de los enfoques. La narración de HOS fue eficaz para alcanzar los objetivos cognitivos, aumentar el compromiso de los estudiantes, mejorar el clima de la clase, hacer surgir la Naturaleza de la Ciencia y los debates socioculturales, mientras que tanto los estudiantes como los profesores disfrutaron y quisieron más. La narración de historias afecta a la dinámica del aula y a las relaciones entre profesores y alumnos, cultivando las condiciones para un aprendizaje significativo.

**PALABRAS CLAVE:** Narración de cuentos, Historia de la Ciencia, Participación de los alumnos, Clima del aula, Naturaleza de la Ciencia.

## 1. INTRODUCTION

Storytelling has been a teaching method ever since humans existed (Egan, 1989), so we strongly believe that it can result in raising students' attention, and in improving the classroom climate, creating a feeling of coherence among teacher and students making everyone feel like they are part of a bonded team. Stories from the History of Science (HOS) could serve best, so in our research we will examine if such an educational approach is a good tool to achieve the educational goals set by the curriculum, (biology content knowledge and Nature of Science (NOS)) and if it provides any other advantages to the learning process. We will follow a mixed method research approach and data triangulation. HOS storytelling will be designed and applied in real classroom settings gathering data to support or reject the effectiveness of the educational approach.

The contribution of our research is that it will provide evidence that promotion of HOS in biology teaching can be done without neglecting the content knowledge. Of course, further advantages or disadvantages will be examined.

## 2. LITERATURE REVIEW

Storytelling is a core human characteristic that describes the way we think, dream, construct our knowledge of the world, communicate, and learn (Bruner, 2003; Egan, 1989). Neurobiological and biochemical findings (Cheetham et al., 2014; Zak, 2015) support the notion that storytelling is an evolutionary characteristic of our species (Gottschall, 2012). Ever since humanity existed storytelling has been a crucial educational method, which allows learning from the experience of others from a distance and with safety (Gottschall, 2012).

The story-structure reflects the way our brains work (Egan, 1989). Stories work as a strong mnemonic tool; due to their form as well as the fact that they provoke feelings, their incorporated information can pass to the long-term memory (Bruner, 2003; Egan, 1989; Klassen, 2010). Not everything is a story though. We agree with the definition of Haven (2007) that a story is "a detailed narrative of a character's efforts to overcome obstacles and achieve an important goal" (p. 79). Haven (2007) also identified five narrative elements (central character / hero, intention, actions, efforts and obstacles, details) which are essential for the reader's or listener's brain to connect, understand, and decide to pay attention to a story.

In educational contexts it has been proposed that storytelling can reinforce class cohesion, and students' and teacher's relationships (Abrahamson, 1998; Wills, 1992). The mean of storytelling, orality, serves those purposes, as in oral communication the transmitter is simultaneously also a receiver (Ong, 2013). Functional Magnetic Resonance Imaging data show that while listening to a story, listeners exhibit similar brain activity (Wilson et al. 2008) and the brains of the speaker and his listeners display common, temporarily identified patterns of response (Stephens et al. 2010). The story told is being formed by the storyteller / teacher as well as by the listeners / students, whose reactions to the story affect it. During storytelling teacher and students share a common experience of co-creation that enforces their relationships. Moreover, due to dopamine released in the brain while listening to a story they experience feelings of contentment (Zak, 2015).

In science and in biology teaching, storytelling may be used to facilitate the introduction of history of science (HOS). HOS puts science in context, and science gets connected to more personal, moral, cultural, and political worries (Matthews, 1994); it gets humanized, and students get inspired and motivated (Kokkotas et al., 2010). HOS can also serve to introduce Nature of Science (NOS) aspects (Kapsala & Mavrikaki, 2020; McComas & Kampourakis, 2015), which are an essential part of scientific literacy (NSTA, 2020). HOS can facilitate students' conceptual change, helping them to collide their own alternative ideas. Through HOS, students get the opportunity to connect with science, to become familiar with scientific topics and to acquire positive attitudes towards science (Kokkotas, et al., 2010).

HOS storytelling in secondary education has been investigated in Physics and Chemistry courses with positive results concerning cognitive goals, students' engagement (Hadzigeorgiou et al., 2012; Kokkotas et al., 2010; Koliopoulos et al., 2010), and NOS instruction (Hansson et al., 2019). In biology courses, storytelling, as an educational tool, has been investigated mainly in college settings. Research shows that storytelling is as effective as "traditional" (teacher-centered) teaching in conceptual understanding of tricky concepts and in critical thinking development (Csikar & Stefaniak, 2018; Mavrikaki & Kapsala, 2014) and on some occasions it results in a greater extend of revision of alternative ideas (Cross, 2017). Moreover, students consider storytelling as helpful for understanding and remembering scientific concepts (Cross, 2017; Moitra, 2014; Frisch and Saunders, 2008). Students also find that stories help them to connect with their teachers, to keep engaged to the teaching process, and to associate the concepts with real life (Moitra, 2014; Frisch and Saunders, 2008).

However, there is not much research regarding storytelling as an educational tool in biology teaching and in secondary education settings. Therefore, in the present study we will investigate whether

- 1) HOS storytelling will be effective for achieving cognitive goals in biology in secondary education;
- 2) How do teachers and students evaluate storytelling as a teaching method;
- 3) How will HOS storytelling affect students' engagement and classroom climate;
- 4) If HOS storytelling could provoke discussions in the classroom about NOS and sociocultural aspects.

### **3. METHODOLOGY**

The research was carried out both in a private school (grades: 8 and 9) and in a "tutoring center", where the teacher was a volunteer who taught 12<sup>th</sup> grade biology students of low-income families to prepare them for the national exams that would allow them to follow university studies. Though it was a convenience sampling (Bryman, 2016) in both cases, the fact that the students came from different social classes is expected to provide us stronger results that are not restricted to students of a given social class.

We followed both qualitative and quantitative approaches and data triangulation.

### 3.1 Sample

The sample of the research and its distribution to experimental groups, the number of students, the topics of the unit(s) and the story told in each case are presented in Table 1. In the social tutoring center, as there were only 10 students in each group, we decided to apply the approach in both groups and not use one of the groups as a control.

**Table 1-** Description of the sample.

Setting	social tutoring center ( <i>pro bono</i> )	private school			
Grade	12	9		8	
Groups (E/C*)	2 E	1 E	1 C	1 E	1 C
Teachers	1	1			
Students	20	15	16	12	14
Girls / Boys	13/7	8/7	11/5	4/8	8/6
Focus Groups	4	3	-	3	-
Topic(s) of the Unit(s)	Transmission of diseases	Transmission of diseases / DNA structure	Transmission of diseases / DNA structure	Transmission of diseases	Transmission of diseases
Story	Typhoid Mary	John Snow / The Double Helix	John Snow / The Double Helix	John Snow	John Snow

\* E: Experimental / C: Control

### 3.2 Method

#### 3.2.1 The interventions' design

All interventions were implemented in all groups by the biology teacher of the school and the social tutor, respectively, so that students were familiar with the teacher.

The following lesson plan was implemented in all experimental groups:

- A) Questions to connect with previous knowledge.
- B) Introduction of new knowledge via HOS storytelling.
- C) Application: Collaborative activity in which students are asked to answer questions in groups drawing elements: a) from the story they just heard, b) the textbook, and (c) in some cases other extracurricular material.

D) Assessment: Class discussion on the questions answered by the students in groups.

The stories that were told were developed by us, according to the story structure proposed by Bruner (2003) and to the story characteristics that Haven (2007) suggested. The stories were given to the teachers, along with storytelling tips (Kapsala & Mavrikaki, 2020). Teachers were asked to read them and then tell them in their own words to their students.

There were two different stories about the diseases' transmission and one story about the double helix:

- "John Snow" for grades 8 and 9 was based on Brody, Rip, Vinten-Johansen, Paneth and Rachman (2000) and Snow (1855).
- As "Typhoid Mary" is included in the 8th grade students' workbook and we wanted to evaluate the results of the oral narration of a story not familiar to the students we chose this story for grade 12 as more appropriate, where AIDS is also taught, as the story includes the concept "asymptomatic carrier". The story was developed based on Brooks (1996) and Soper (1939).
- The story about the double helix was based on Crick (1988) and Watson (2012).

Short versions of these stories are included in the work of Kapsala and Mavrikaki (2020).

The introduction of new knowledge in the control groups was done following a teacher-centered approach accompanied by a power point presentation. The application and the assessment were the same as in the experimental groups.

### 3.2.2 Research Tools

#### a. Observation Key

All interventions (experimental and control) were observed by a non-participatory observant who was using an observation key (pro-forma) (Walshe et al., 2012) part of which is shown in Table 2.

**Table 2- Observation Key**

Time since the beginning of the lesson	No of students who participate	Comments
5		
10		
...		
45		

#### b. Teachers' reports

Right after each intervention each teacher reported and commented her experience concerning how she felt after the storytelling intervention and how she evaluated her students' engagement and participation.

#### c. Students' questionnaire regarding the cognitive content

Before the interventions and one month after the interventions, the students of all groups completed a short evaluation sheet with closed-ended questions about knowledge concerning disease transmission (all groups) and open-ended questions about DNA structure (grade 9 students only) (Appendix I).

Students' answers to the open-ended questions were graded according to the scale: 0 = irrelevant answer to the question, 1 = completely wrong answer, 2 = relatively wrong answer but right reasoning, 3 = correct but very incomplete answer, 4 = correct but incomplete answer, 5 = correct and complete answer. Question 4 was rated separately on a scale of: 1 = very incomplete, 2 = incomplete, 3 = moderate, 4 = relatively complete, 5 = complete.

Data collected from these questionnaires would help us assess the effectiveness of the approach regarding the knowledge gain of the students. Each student gets a score according to his/her answers (0 to 5 for the DNA test and 0 to 10 for the disease transmission test).

#### *d. Students' interviews in focus groups*

One month after the interventions, the students of the experimental groups participated in focus groups to record their opinions about the approach. Students could discuss certain topics more if they wished or raise new topics for discussion. Each focus group consisted of four to five students. The interviews' axes were the following: Do you remember what happened in your classroom during the lesson about the transmission of pathogenic microorganisms? / What was different that day? / How did you feel about that lesson? / Which part of the lesson did you enjoy the most? / How did you feel listening to the story? / Do you think the story helped you in any way, at that time or during your study at home? / Did you notice anything different about your teacher that day? / Would you be willing to attend more lessons taught like that?

### **3.3 Analysis of the data**

To analyze students' answers to the questionnaires we followed descriptive and inductive statistics (averages, one-tailed paired t-test for pre-post tests, one-tailed independent t-test for differences between the control and experimental groups) using IBM SPSS 24. Students' and teachers' answers to the open-ended questions and the interviews were analyzed following thematic analysis (Braun and Clarke, 2012), with the unit of analysis being "the meaning unit" (Ratner, 2002); themes emerged from the analysed material, students' answers were coded and analyzed accordingly (frequencies of codes, etc.).

## **4. RESULTS**

### **4.1 Contribution of the teaching approach to students' knowledge**

Both teaching methods (storytelling and teacher-centered) proved to be equally effective in achieving cognitive goals (Table 3).

**Table 3-** Students' performance at the disease transmission tests before and after the interventions

Group	Score before	Score after	one-tailed paired t-test
12 <sup>th</sup> grade E*	3,46	3,69	p=0,3>0,05
9 <sup>th</sup> grade E	6,3	8,1	p=0,004<0,005
9 <sup>th</sup> grade C	7,25	8,5	p=0,003<0,005
8 <sup>th</sup> grade E	7,6	8,6	p=0,009<0,005
8 <sup>th</sup> grade C	7,3	9	p=0,002<0,005

\*The score could range from 0 to 6 for this group. For the rest of the groups the score could range from 0 to 10.

No statistically significant differences (one-tailed independent t-test) were observed between the experimental and the control groups after the interventions (grade 8: p=0,46>0,05, grade 9: p=0,36>0,05).

For the 9<sup>th</sup> grade's students, their answers to the open-ended questions concerning DNA structure were improved in both groups. However, experimental group's students' answers revealed knowledge that was included in the story but not in their school textbook.

For example, the third question about the significance of the DNA structure (see APENDIX I) concerns a key teaching objective as it is important for students to understand the connection between the structure of DNA and the flow of genetic information (storage, preservation, transmission, expression). Prior to teaching, many students in both groups avoided answering the question, and those who answered focused on the fact that DNA structure determines the organism's characteristics. After the teaching, the students of both groups answered that the structure is important because it helps to store genetic information, and because it helps with the process of copying, transcription and translation, processes in which the two chains are separated. However, only students of the experimental group continued their thinking that thanks to the replication of DNA that is allowed due to its structure, new cells and new organisms are created and genetic traits are passed on to their offspring. This connection is not included in the text of the book (Mavrikaki et al., 2008). This information could be imprinted to them from the end of the story where Francis Crick excitedly goes crazy and explains the importance of the structure of DNA for the continuation of life and the transmission of characters from generation to generation.

As for question 4, about what it takes to make a scientific discovery, the answer contains information about the scientific method, which is part of the curriculum and was taught to students in both classes at the beginning of the school year. The elements mentioned in the textbook (observation, information gathering, hypothesis, test - experiment, verification, repetition, conclusion) (Mavrikaki, et al., 2008) were mentioned equally in the answers of the students of both classes, both before and after teaching. Some concepts though, were mentioned after teaching only by students of the experimental group. For example, that the discovery should be accepted by peers (a matter that concerns both stories they heard), or that it requires research and study, but also luck and taking risks. The reference to these facts could stem from the fact that these students have heard the story of "the double helix" and John Snow.

## 4.2 Teachers' views about the approach and the way their students perceived it

Both teachers were pleased with the method: *"Well, I really like it! I had a great time!", "Okay it was nice, and I think in the end I enjoyed the narration"*, and they reported that they wished to continue telling stories in their lessons.

The impression of both along with the feedback they received from their students was that students enjoyed it *"at the end of the lesson, two students approached me and told me that the lesson was very nice today."* *"One was very excited, and said it was a very fun way to learn something, and that they liked it very much."*

Regarding the involvement and participation of their students during the lesson, they both noted that in the lesson with the storytelling there participated *"more students than usual", "two little girls who are usually very hesitant, today participated more", "for the first time they were all so quiet. And in their participation, I saw a difference, they were activated, they showed interest and students who usually remain silent unless they are making a fuss about irrelevant issues, also participated. This time they also showed interest, and took the floor, asked, commented and that was a very pleasant surprise for me!"*.

Teachers reported that they considered that HOS storytelling gives a good opportunity to discuss NOS and sociocultural aspects: *"It is an opportunity to discuss issues that otherwise I do not know how else I could approach". "It is easier to approach such issues in the context of the story, and make students think a little more about them outside the school curriculum"*.

Teachers also referred to a) difficulties they encountered with one of the stories ("The double helix") because it contained difficult scientific information, and b) a feeling of "stage fright" while telling the story. Nevertheless, their holistic impression was positive.

## 4.3 Observer's results

There were differences regarding students' behavior between the experimental and the control groups. In the experimental groups, the students' response to the stories was strongly positive; in some classes they even applauded at the end of the story. According to the observation key results, in the experimental groups the students stayed focused to the lesson for longer time than in the control groups. According to the observant's notes students' interruptions during the storytelling were about the story. Students' attention during the storytelling was high and they enthusiastically participated in the rest of the lesson. On the other hand, the students in the control groups were more distracted, especially during the frontal teaching, and discussed more about irrelevant staff during the rest of the lesson. The teacher was stricter in the control group. On the contrary, in the experimental group the teacher was calmer.

Moreover, the students in the experimental groups participated more fruitfully to the discussion in the end of the interventions as they could comment on some epistemological issues using the story they had heard. In the control groups the students could not respond to such a discussion as well, and to answer some questions they needed more guidance from their teacher and did not form their own point of view.

As an example, we provide some of the notes kept during the DNA structure interventions: Experimental group: the teacher asks a few questions about the Second World War and begins the narration. All students watch the teacher with their eyes, often commenting on the story,

asking questions about it and laughing. When the story is over, they applaud. Everyone participates in the following teamwork activity. The importance of the structure of DNA was discussed at the end of the discussion. The teacher asked them what impressed them about the story, and they answered: "that one complemented the other's theory". There was a discussion about how Watson and Crick relied heavily on the experiments of others, and the teacher explained who finally won the Nobel and why.

Control group: the lesson begins with some with questions to connect with prior knowledge. The teacher begins a slide show. There is a fuss, five students are talking to each other about irrelevant stuff. The teacher is forced to make a remark. She tries to involve them in the lesson by asking them questions. Two other play with their pens making noise, the rest class observes the teacher and the slides. In the middle of the lesson all the students pay attention, some ask about heredity. A video is shown about the structure of the genetic material that causes positive reactions from the students. The teacher makes a fifth remark requesting silence and concludes about Watson and Crick. Overall, she has given more information about the structure of DNA in terms of the content of knowledge but not about the context, i.e. how the discovery was made, etc. The teamwork activity begins. About half of the students participate. After the 6th remark, there is silence in the classroom. Students have difficulty with the last questions of the activity. The teacher tries to guide them to find the answers by asking simpler questions.

#### 4.4 Students' views recorded during the focus groups

The students enjoyed the storytelling and the stories, their interest was provoked, and they found the stories helpful to understand and learn scientific concepts. The discussion in the focus groups of all classes moved on the same axes, despite the age differences. The identified differences concerned the different stories' content (e.g., cholera, water, hands).

The codes and themes that came up from the thematic analysis and their frequencies are presented in Table 4. In the focus groups the students collectively answered the questions completing each other. A few examples of the students' statements about each code are presented in Table 5. Each statement may correspond to more than one themes, that perhaps belong to different codes.

**Table 4-** Codes and themes identified in the focus groups (N=10) by the students

Codes	Themes	Frequency	grades
Storytelling as a teaching method	Orality	2	8
	Imagination	1	9
	Vivid / creating mental images	7	8,9,12
	Creativity	1	12
	Outside the book	4	8,9,12
	It allows interaction with the teacher	4	8, 9, 12
	Time consuming	2	8
Cognitive goals	Easy to follow	5	8,9,12
	Facilitates understanding	10	8,9,12
	Facilitates learning	3	12
	Helps to remember	10	8,9,12

Codes	Themes	Frequency	grades
	Consolidation	2	12
	Acted as an example	5	8,9,12
	Helpful	8	8,9,12
	They recalled the whole told story	10	8,9,12
	Helped them during homework	7	8,9,12
	Practical	2	9
Students' engagement	Interesting	10	8,9,12
	Participatory	4	8,9
	Held their attention	2	9
	Satisfactory / wanted	10	8,9,12
	Quiet	1	8
	Nice	8	8,9,12
	Entertaining	3	8, 12
	Interactive	3	8,9,12
Classroom climate	Boring	1	12
	Relaxed classroom climate	3	8,9,12
	Difference in teacher's attitude	4	9, 12
	Provoked feelings	2	8,12
NOS - sociocultural	Knowledge does not easily get accepted by Peers and society	1	8
	Creativity is part of the scientific process	2	8,9
	Reasons why a person may not trust officials	2	12
	Knowledge in context	7	8,9,12

**Table 5- Examples of students' statements and the themes they were attributed.**

Examples	Themes
"Basically, even if she gave us the story in script, I would not have read it much. That is, I remember what our teacher said, and I remember it well."	<i>Orality, Helps to remember</i>
"Story... is like the difference between an encyclopedia and a documentary. The encyclopedia who sits to read it, while a documentary about nature okay, you will sit down to listen to it, it is like a story."	<i>Vivid / creating mental images</i>
"The lesson is even more practical, that is, it is like the equivalent of the experiment, something like that. In an experiment let's say it stays in your mind and gives you to understand it better, and in the story, it actually takes place a little in your head"	<i>Vivid / creating mental images, Practical</i>
"We imagined it [the story]"	<i>Imagination</i>
"We created our own story in our minds"	<i>Vivid / creating mental images</i>
"In the story, you form it in your mind, and depending on how you shape it, you usually remember it better"	<i>Vivid / creating mental images, Helps to remember</i>
"I remember the story, because it is your teacher who tells you, she makes it practical, and whatever question you want to ask, you can ask it at that moment"	<i>Orality, It allows interaction with the teacher</i>
"When they tell you something with a story, you understand it better and you also remember it."	<i>Facilitates understanding, Helps to remember</i>

Examples	Themes
<p>“When I studied about diseases later, I used this story as an example in my mind, and it was more understandable to me.”</p>	<p><i>Acted as an example, Facilitates understanding, Helped them during homework</i></p>
<p>“We memorized several things faster, without saying too many definitions and tedious... say... examples and terminology, yes. With the story we understood more”</p>	<p><i>Helps to remember, Facilitates understanding</i></p>
<p>“You bare it in mind, without need to study”</p>	<p><i>Helps to remember</i></p>
<p>“The fact that we started with a story, basically made us interested and then we paid attention to the whole lesson”</p>	<p><i>Interesting, Held their attention</i></p>
<p>“We participated more to this lesson than other times”</p>	<p><i>Participatory</i></p>
<p>“The lesson was given in a way that grabbed our attention”</p>	<p><i>Held their attention</i></p>
<p>“I think it was one of the most interesting lessons we have done in biology”</p>	<p><i>Interesting</i></p>
<p>“I think it was the most fun lesson we have ever done.”</p>	<p><i>Entertaining</i></p>
<p>“It was more relaxed, and we participated as well, it was more... interactive”</p>	<p><i>Relaxed classroom climate, Participatory, Interactive</i></p>
<p>“Yes, there was a more relaxed atmosphere, and it was more relaxed, and we, in general... was... clearly the lesson was much nicer... we were all focused”</p>	<p><i>Relaxed classroom climate, Nice, Held their attention</i></p>
<p>“Basically [the teacher was] more relaxed, easier to do the lesson. Not like the other times that she keeps making remarks, nothing like that”</p>	<p><i>Difference in teacher’s attitude</i></p>
<p>“-Basically, we saw the other side of the teacher, that, how to say that... -Like she enjoyed the story lesson more? -yes, she seemed immediate to me, more open, as if we were having a friendly chat, I can say”</p>	<p><i>Difference in teacher’s attitude, Relaxed classroom climate</i></p>
<p>“And it was that is, it escapes a little bit from theory you saw it a little more practically, because it really happened. Not just the theory and that’s it, but also what and how it happened.”</p>	<p><i>Knowledge in context, Practical</i></p>
<p>“Because it was a story, an event that has happened, well, we understood it better than something general and vague that may never happen to us”</p>	<p><i>Knowledge in context</i></p>
<p>“- I think it was hard for people to believe what John Snow was saying. -yes, they believed that with the winds. -Basically, I did not expect them not to believe so much what he was saying”</p>	<p><i>Knowledge does not easily get accepted by peers and society</i></p>
<p>“I was impressed by the fact that he thought about all this.”</p>	<p><i>Creativity is part of the scientific process</i></p>
<p>“With this story we saw that biology also happens in everyday life, that is, how can I explain it? it is everywhere in our daily lives”</p>	<p><i>Knowledge in context</i></p>
<p>“it made us think a little, to think about the seriousness of the situation in some issues”</p>	<p><i>Knowledge in context</i></p>

## 5. DISCUSSION

### 5.1 HOS storytelling effectiveness concerning cognitive goals

Storytelling based on the HOS in our approach was as effective in achieving cognitive goals as the traditional teaching method. This is in accordance with the literature (Hadzigeorgiou et al., 2012; Kokkotas et al., 2010; Koliopoulos et al., 2010; Mavrikaki & Kapsala, 2014; Csikar &

Stefaniak, 2018). However, through the HOS-storytelling intervention students embedded extra information besides the textbook's content, probably because through the story the teacher finds an opportunity to say "something more" to the students which is not included in the educational material. It is impressive that students remembered the extra information (i.e. the meaning of the DNA structure), although they did not have the opportunity to refer to it. Perhaps it is due to the medium, the story that facilitates memorization (Bruner, 2003; Egan, 1989; Klassen, 2010).

## 5.2 Teachers' views towards HOS storytelling

The teachers were contented by the implementation of the method and by the response of their students. Tigner's (1993) findings about storytelling leaving teacher and students with a feeling of satisfaction were confirmed by our results. Both teachers claimed that they wished to implement more HOS-storytelling in their teaching in the future.

## 5.3 Students' views towards HOS-storytelling

The students enjoyed the HOS-storytelling lesson. They declared that they found the process pleasant, and they felt contented. This is important as satisfaction relates to how easily someone learns (Guolla, 1999). All students (but one) expressed the desire for more HOS-storytelling lessons. One student (8<sup>th</sup> grade) characteristically said: *"Biology without stories: no, biology with stories: yes!"*.

Students parallelized HOS-storytelling with performing an experiment and characterized it as participatory and practical (see Table 5). This may seem like a paradox but according to neurobiological findings listening to a story is a very active action for the brain, as mirror neurons get activated in motor, aesthetic, and other areas, and the listener experiences the story as if they are living it (Cheetham et al., 2014). Listening to a story is an active process of collecting facts, forming hypotheses, testing them, and correlating new information to the already existing, that can lead to active learning (Kokkotas et al., 2010).

In 7 (out of 10) focus groups it was mentioned that through storytelling the story gets "played" in their mind, and that, as they listen, they create mental images. This is the goal of storytelling – the teller describes what he sees in mind to make listeners create their own pictures in their minds. Students appreciated the given freedom to shape the story in their mind instead of watching a video. During storytelling each listener creates their own personal mental images and through those they connect new information to the existing one (Hadzigeorgiou et al., 2012).

In 4 focus groups students appreciated the live, oral storytelling and the deep connection and communication that direct oral speech can offer (Ong, 2013; Stephens et al., 2010). While students in 4 focus groups underlined the fact that during storytelling they could directly interact with their teacher.

## 5.4 Students' views regarding the achievement of cognitive goals through the HOS-storytelling approach

In all (10) focus groups the students collectively recalled and retold the story they had heard, something that impressed even themselves, and they attributed it to the story: *"we still remember it! basically this stays in your mind even more because... yes now we somehow remember it, while... the theory after a while, we forget it"*.

In 7 (out of 10) focus groups students underlined that the story helped them while studying at home and that they brought it in mind as an example to comprehend what they studied. This was also noted in previous research with biology majors (Frisch & Saunders, 2008). Moreover, they said that with the story they learned everything without needing to study, and that the story helped them understand and memorize scientific information, which is in accordance with the findings of other researchers (Cross, 2017; Mavrikaki & Kapsala, 2014; Moitra, 2014; Frisch & Saunders, 2008).

Some students of the 9<sup>th</sup> grade said: *"Because it (the story) is directly related with the material we do now, (...)we knew some things so we could also discuss in class not just listen to the lesson, we could ask her (our teacher) about various diseases such as Ebola and cholera..."*. Students stated that through the story they had achieved the first two cognitive goals (according to Bloom), learning, and understanding, and so they were ready to conquer others (application, analysis, and evaluation) through discussion with their teacher (Anderson & Krathwohl, 2001).

### **5.5 HOS-storytelling influence on the students' engagement**

All students of all groups were amused by the storytelling (except for one student of the 12<sup>th</sup> grade). They characterised the lesson as different, interesting, fantastic, fun, and pleasant (see Table 5). Students said that they participated more to this lesson, and that they paid attention. All this is confirmed by the teachers' reports and the observation key. Students' interest is a very important factor of learning as it is associated with the intrinsic motives for learning (Mavrikaki, et al., 2012).

Students from all grades were emotionally engaged with the stories and empathised with the heroes *"I can't describe how I felt, I was moved by this woman who was illiterate, and she didn't know..."*, *"had I been there I would be scared"*. It is important to provoke feelings, this way the lesson is enriched, plus information that gets connected with feelings, passes to the long-term memory more easily (Egan, 1989).

The student who had a negative opinion, said that he found the story boring and that he did not enjoy the fact that *"our teacher was the only one talking, we could not have an opinion"*. His classmates in the same focus group disagreed and told him that he could have interrupted if he had something to say. He replied that *"I don't like it, I was not inspired, and I don't have the interest to follow it"*. He was the only one in 47 students who did not find the method interesting. But he rings the bell that as teachers we should never relax in our vigilance and try to use different teaching methods and tools to assure that we do not exclude anyone from our teaching.

### **5.6 Influence of HOS-storytelling on the classroom climate**

Data triangulation confirms that storytelling was beneficial for the classroom climate. The students were more cooperative, the teachers were calmer, and the classroom climate was more relaxed. There was a sense of partnership among teacher and students. This agrees with literature: through storytelling, both students and teachers get inspired and satisfied (Tigner, 1993), their relationship is enriched and strengthened (Abrahamson, 1998) as they get the feeling of "common creation" that enforces class cohesion, and they become part of the same bonded community (Wills, 1992).

Moreover, students found their teachers different, calmer, more approachable, and friendlier. Storytelling can contribute to the repositioning of teachers' and students' roles, making them collaborators and creating a friendly and trustful classroom climate that can contribute to fruitful, democratic, honest dialogues and that can sharpen their critical thinking and promote meaningful learning (Kapsala, Mpalampekou & Mavrikaki, 2017). Research in college settings has also shown that through storytelling students felt closer to their teachers (Moitra, 2014; Frisch and Saunders, 2008).

### **5.7 HOS-storytelling as an opportunity to introduce NOS and sociocultural issues**

Some students commented positively that the story was real. They also claimed that the story helped them to connect biology with the real life and to realise that science is something they can find everywhere in their everyday life. Even about the transmission of diseases, a very practical issue, one 12<sup>th</sup> grade student claimed that it was the typhoid's Mary story that helped him realise that microbes are spread in easy, everyday life ways. In literature it has also been found that storytelling helps students to connect science with everyday life (Moitra, 2014; Frisch and Saunders, 2008).

During the students' interviews in 7 out of 10 focus groups, students commented that they appreciated how through the story, the taught material was put in context, e.g., *"through the story we can understand the time and the condition that was then dominant..."*. While other students (see Table 5) noted that through the storytelling they escaped the "plain" theory (that as they say they do not always understand and they easily forget) and they got the opportunity to learn exactly what happened and how it happened and find out about all the procedures that led to the scientific discovery and not just the results, what Dolphin et al. (2018) names as "ready science". HOS gives the opportunity for students to experience science as it is produced (Dolphin et al., 2018).

Moreover, during the interviews students of all grades commented that through the stories, in a way, they "entered" the historical context of the time and they saw the heroes and the scientists of the stories as humans and not superheroes, which is one of the goals of NOS instruction (NSTA, 2020). They also developed some thoughts about other NOS aspects, like the tentative nature of scientific knowledge, and some sociocultural issues confirming the literature about the appropriateness of HOS to introduce NOS (McComas & Kampourakis, 2015; Matthews, 1994)

The above was also confirmed by the teachers who recognised that the HOS-storytelling gave them the opportunity to discuss such issues. The observation results showed as well that the students - from the experimental groups - who had heard a story were in a better position to discuss about NOS and sociocultural issues, compared to the students of the control groups. Hansson's (2019) findings in secondary education physics courses agree with ours.

### **5.8 Limitations of the results**

The presented research concerns a limited sample. Although our results are supported by the literature, it is important to repeat the process in a larger sample to be able to generalize our findings.

## 6. CONCLUSIONS

HOS storytelling is an effective educational tool in achieving cognitive goals. Teachers and students enjoy it and appreciate it as helpful and amusing. Students claim that the story helps them understand and remember scientific data, and that they use it as an example in their minds to understand theory. They characterize it as an active process during which their imagination is provoked, and they create mental images. They also underline the importance of the fact that the story was orally delivered by the teacher instead of a script, and they attribute part of the improved classroom climate to this live deep communication.

Data triangulation confirms that HOS-storytelling raises students' attention, participation, and engagement, and that it results in a better classroom climate where teacher and students are co-players. Through HOS-storytelling students get emotionally engaged to the story and see their teachers as more approachable. The students spontaneously confirmed a lot that has been theoretically written about storytelling as a teaching method, as well as other researchers' findings.

The contribution of our research is that we propose an easy and pleasant way (for both students and teachers) to introduce HOS in science teaching, offering teachers a tool to attract their students' interest and achieve cognitive and epistemic goals. There is a lot more though, as the method we propose creates a different educational situation. Oral storytelling affects students and teachers as persons, affects their relationships, affects the classroom climate and the classroom dynamic. The conditions it creates cultivate trust and they are ideal for fruitful and truthful conversations concerning sociocultural topics and for meaningful learning.

## 7. IMPLICATIONS

Our study sheds light on the effects of HOS-storytelling in biology teaching in secondary education students. HOS-storytelling is found to be effective in achieving cognitive goals, rising students' engagement, and making the classroom climate relaxed and friendly. It would be interesting to investigate whether HOS-storytelling is indeed beneficial in other school settings such as in public schools. Also, although students and teachers in our research have declared that they came in touch with NOS concepts, it still needs to be researched whether this is done in an effective way.

## REFERENCES

- Abrahamson, C. E. (1998). Storytelling as a pedagogical tool in higher education. *Education*, 118(3), 440-451.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. London: Longman. ISBN: 080131903X
- Braun, V., & Clarke, V. (2012). Thematic analysis. In H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), *APA handbook of research methods in psychology, Vol. 2. Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological* (pp. 57–71). Washington, DC: American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13620-004>

- Brody, H., Rip, M. R., Vinten-Johansen, P., Paneth, N., & Rachman, S. (2000). Map-making and myth-making in Broad Street: the London cholera epidemic, 1854. *The Lancet*, 356(9223), 64–68. doi:10.1016/S0140-6736(00)02442-9
- Brooks, J. (1996). The sad and tragic life of Typhoid Mary. *Canadian Medical Association Journal*, 154(6), 915–916.
- Bruner, J. S. (2003). *Making stories: Law, literature, life*. London: Harvard University Press
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford: Oxford university press.
- Cheetham, M., Hänggi, J., & Jancke, L. (2014). Identifying with fictive characters: Structural brain correlates of the personality trait “fantasy.” *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(11), 1836–1844. <http://doi.org/10.1093/scan/nst179>
- Crick, F. (1988). *What Mad Pursuit : a Personal View of Scientific Discovery*. New York NY: Basic Books.
- Cross, C. J. (2017). An Analysis of Storytelling on Student Content Acquisition. *The American Biology Teacher*, 79(8), 628–634. doi: <https://doi.org/10.1525/abt.2017.79.8.628>
- Csikar, E., & Stefaniak, J. E. (2018). The utility of storytelling strategies in the biology classroom. *Contemporary Educational Technology*, 9(1), 42-60. [https://digitalcommons.odu.edu/stemps\\_fac\\_pubs/56](https://digitalcommons.odu.edu/stemps_fac_pubs/56)
- Dolphin, G., Benoit, W., Burylo, J., Hurst, E., Petryshen, W., & Wiebe, S. (2018). Braiding history, inquiry, and model-based learning: A collection of open-source historical case studies for teaching both geology content and the nature of science. *Journal of Geoscience Education*, 66(3), 205-220, doi: 10.1080/10899995.2018.1475821
- Egan, K. (1989). Memory, imagination, and learning: Connected by the story. *Phi Delta Kappan*, 70, 455-459.
- Frisch, J. K., & Saunders, G. (2008). Using stories in an introductory college biology course. *Journal of Biological Education*, 42(4), 164-169.
- Gottschall, J. (2012). *The Storytelling Animal: How Stories Make Us Human*. Boston, NY: Houghton Mifflin Harcourt.
- Guolla, M. (1999). Assessing the teaching quality to student satisfaction relationship: Applied customer satisfaction research in the classroom. *Journal of marketing theory and practice*, 7(3), 87-97.
- Hadzigeorgiou, Y., Klassen, S., & Klassen, C. F. (2012). Encouraging a “romantic understanding” of science: The effect of the Nikola Tesla story. *Science & Education*, 21(8), 1111-1138.
- Hansson, L., Arvidsson, A., Heering, P., Pendrill, A.M. (2019). Rutherford visits middle school: a case study on how teachers direct attention to the nature of science through a storytelling approach. *Physics Education*. 54, 045002.
- Haven, K. (2007). *Story Proof: the science behind the startling power of story*. Westport, CT: Libraries Unlimited.
- Kapsala, N., & Mavrikaki, E. (2020). Storytelling as a Pedagogical Tool in Nature of Science Instruction. In McComas W. F. (ed.), *Nature of Science in Science Instruction*, 485-512, Springer, Cham.
- Kapsala N., Mpalampekou, M. & Mavrikaki, E. (2017). Repositioning Science Teacher’s Role in The Context of Critical Education with History of Science Storytelling. In Gounari, P., Liambas, A., Drenoyianni, H., & Pavlidis, P. (Eds) (2019). *“Rethinking Alternatives to Neoliberalism in Education”*. *Proceedings of the 1x International Conference on Critical Education*. ISBN: 978-960-243-712-4, Volume I, pp. 125-143. <http://www.eled.auth.gr/>, date accessed 10/04/2020.
- Klassen, S. (2010). The Relation of Story Structure to a Model of Conceptual Change in Science Learning. *Science & Education*, 19(3), 305–317.
- Kokkotas, P., Rizaki, A., & Malamitsa, K. (2010). Storytelling as a strategy for understanding concepts of electricity and electromagnetism. *Interchange*, 41(4), 379-405.
- Koliopoulos, D., Dosis, S., & Kanderakis, N. (2010). The attitudes of students toward the introduction of case histories inspired from the History of Science in the teaching of Science. In HIPST International Conference, Kaiserslautern, Germany, 11-14/3, Kaiserslautern: <http://www.hipst.uni-hamburg.de/archive%20of%20papers.html>
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.

- Mavrikaki, E. & Kapsala, N. (2014). Teaching biology by storytelling. In G. Katsiampoura (ed.), *Scientific Cosmopolitanism and Local Cultures: Religions, Ideologies, Societies, Proceedings of the 5th International Conference of the European Society for the History of Science* (pp. 612-617). Athens. ISBN 978-960-98199-3-0.
- Mavrikaki, E., Koumparou, H., Kyriakoudi, M., Papacharalampous, I., & Trimandili, M. (2012). Greek Secondary School Students' Views about Biology. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(2), 217-232.
- McComas, W. F., & Kampourakis, K. (2015). Using the History of Biology, Chemistry, Geology, and Physics to Illustrate General Aspects of Nature of Science. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(1), 47–76.
- Moitra, K. (2014). Storytelling as an active learning tool to engage students in a genetics classroom. *Journal of microbiology & biology education*, 15(2), 332-334. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v15i2.815>
- Ratner, C. (2002). Subjectivity and Objectivity in Qualitative Methodology [29 paragraphs]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 3(3), Art. 16, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0203160>.
- NSTA Board of Directors. (2020). *Nature of Science | NSTA*. [online] Available at: <<https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>> [Accessed 3 March 2021].
- Ong, W. J. (1997). *Προφορικότητα και εγγραμματοσύνη: Η εκτεχνολόγηση του λόγου*. (Κ. Χατζηκυριάκος, Μτφρ.) Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Snow, J. (1855). *On the Mode of Communication of Cholera*, Second Edition. London: John Churchill.
- Soper, G. A. (1939). The Curious Career of Typhoid Mary. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 15(10), 698–712.
- Stephens, G. J., Silbert, L. J., & Hasson, U. (2010). Speaker – listener neural coupling underlies successful communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107(32): 14425-14430. doi:10.1073/pnas.1008662107
- Tigner, S. S. (1993). Homer, teacher of teachers. *Journal of Education*, 175, 43-63.
- Walshe, C., Ewing, G., & Griffiths, J. (2012). Using observation as a data collection method to help understand patient and professional roles and actions in palliative care settings. *Palliative medicine*, 26(8), 1048-1054.
- Watson, J. (2012). *The Double Helix*. London: Hachette UK.
- Wills, J. E. (1992). Lives and Other Stories: Neglected Aspects of the Teacher's Art. *The History Teacher*, 26(1), 33-49. <http://doi.org/10.2307/494084>
- Wilson, S. M., Molnar-Szakacs, I., & Iacoboni, M. (2008). Beyond superior temporal cortex: Intersubject correlations in narrative speech comprehension. *Cerebral Cortex*, 18(1), 230–242. <http://doi.org/10.1093/cercor/bhm049>
- Zak, P. J. (2015). Why Inspiring Stories Make Us React : The Neuroscience of Narrative. *Cerebrum*, (February), 1–13.

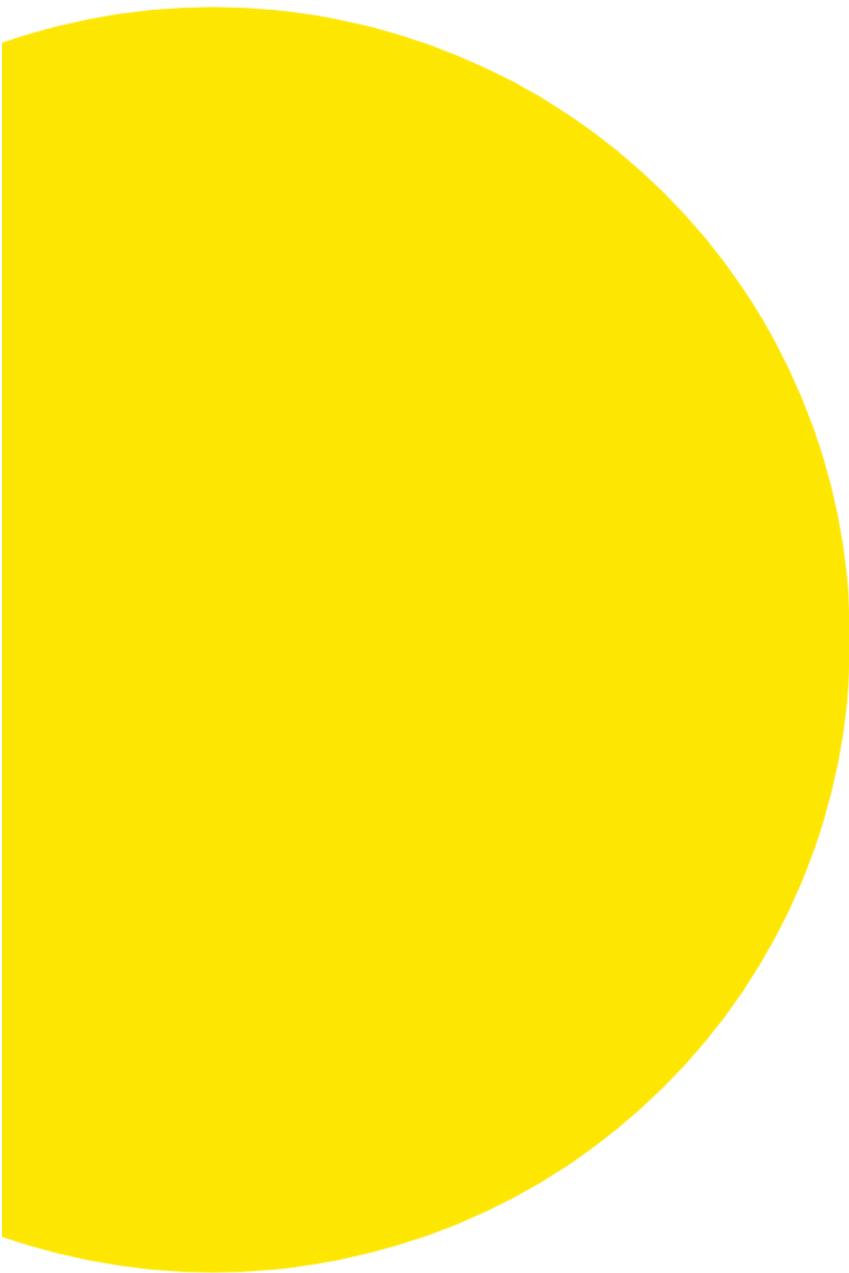
## APPENDIX I

### **A. The closed-ended questions concerning disease transmission that were included in the evaluation sheet that all students filled in before and one month after the interventions.**

- 1) Disease-causing microorganisms are characterized as (choose the correct answer): a. pathogens b. harmful c. beneficial d. bacteria
- 2) When an organism is infected by a pathogenic microorganism, we mean that (choose the correct answer): a. this microorganism is generally pathogenic b. this microorganism exists in the environment of the specific organism c. the microorganism has entered within that organism d. the microorganism is harmless
- 3) The diseases that are characterized as infectious are those that (choose the correct answer): a. can be transmitted from air to humans b. can be transmitted from person-to-person c. are inherited diseases d. are diseases due to environmental factors
- 4) Pathogens can be transported over long distances by dust and insects (True or False)
- 5) In a plate of food there may “sit” microorganisms from cough droplets or sneezing, with dust or from flies (True or False)
- 6) Pathogens cannot be transmitted via sexual contact (True or False)
- 7) Deadly diseases such as Ebola and cholera cannot be transmitted via a handshake. (True or False)
- 8) The quality of the sewer system does not affect the outbreak of epidemics. (True or False)
- 9) A pandemic definitely has more cases than an epidemic. (True or False)
- 10) The symptoms of a disease appear as soon as we get infected by a microorganism. (True or False)

### **B. The open-ended questions concerning DNA structure that were included in the evaluation sheet that 9<sup>th</sup> grade students filled in before and one month after the interventions.**

- 1) Where is the genetic information inside the cell?
- 2) What is the structure of DNA?
- 3) What is the significance of the DNA structure? (Its implications)
- 4) What does it take to make a scientific discovery?



**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.

## UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA ABORDAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DA FÍSICA QUÂNTICA NO ENSINO MÉDIO

A TEACHING AND LEARNING SEQUENCE FOR APPROACHING BASIC CONCEPTS OF QUANTUM PHYSICS IN HIGH SCHOOL

UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE PARA ABORDAR LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LA FÍSICA CUÁNTICA EN LA ESCUELA SECUNDARIA

Ana Márcia Lopes Pereira<sup>1</sup> & Maxwell Roger da Purificação Siqueira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colégio Estadual de Ipiaú, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas-Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil  
marciaana5050@gmail.com

**RESUMO** | Um dos desafios do ensino de Física é unir um conteúdo voltado para o cotidiano dos alunos, aos questionamentos relacionados aos avanços científicos, tecnológicos e sociais. Desse modo, a inserção da Física Quântica no currículo do Ensino Médio, de forma efetiva, apresenta-se como uma possibilidade, pois permite discutir não apenas questões relacionadas as tecnologias contemporâneas, como também construir estratégias para selecionar as fontes confiáveis de informações de divulgação científica. Assim, o objetivo desse trabalho é propor uma sequência de ensino e aprendizagem, que foi elaborada na perspectiva de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e na Teoria da Aprendizagem Significativa com o intuito de se abordar os conceitos iniciais da Física Quântica e a Dualidade Onda-Partícula. A sequência foi implementada em uma turma da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública brasileira e os resultados a evidenciam como ferramenta importante no auxílio do professor na prática docente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, Física Moderna e Contemporânea, Mecânica Quântica, Aprendizagem Significativa.

**ABSTRACT** | One of the challenges in Physics Education is to unite a content focused on the students' daily lives with questions related to scientific, technological, and social advances. Thus, the effective inclusion of Quantum Physics in the High School curriculum presents itself as a possibility, since it allows discussing not only issues related to contemporary technologies, but also building strategies for selecting reliable sources of scientific information. Thus, the objective of this work is to propose a teaching and learning sequence, which was developed in the perspective of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMEU) and the Meaningful Learning Theory to approach the initial concepts of Quantum Physics and the Wave-Particle Duality. The sequence was implemented in a 12th grade high school class in a public Brazilian school and the results show that it is an important tool to help the teacher in the teaching practice.

**KEYWORDS:** Physics Education, Contemporary and Modern Physics, Quantum Mechanics, Meaningful Learning.

**RESUMEN** | Uno de los retos de la enseñanza de la Física es unir contenidos centrados en la vida cotidiana de los alumnos con cuestiones relacionadas con los avances científicos, tecnológicos y sociales. Así, la inserción de la Física Cuántica en el currículo de la escuela secundaria, efectivamente, se presenta como una posibilidad, que permite discutir no sólo temas relacionados con las tecnologías contemporáneas, sino también construir estrategias para seleccionar fuentes confiables de divulgación de información científica. Así, el objetivo de este trabajo es proponer una secuencia de enseñanza y aprendizaje, que se desarrolló en la perspectiva de una Unidad Didáctica Potencialmente Significativa (UDPS) y de la Teoría del Aprendizaje Significativo para abordar los conceptos iniciais de la Física Cuántica y la Dualidad Onda-Partícula. La secuencia se implementó en una clase de 3º de bachillerato de un colegio público brasileño y los resultados la muestran como una herramienta importante para ayudar al profesor en la práctica docente.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de la Física, Física Moderna y Contemporánea, Mecánica Cuántica, Aprendizaje Significativo.

## 1. INTRODUÇÃO

É imprescindível para o aluno ter acesso a informações que permitam a compreensão da evolução científica e tecnológica. Ademais, enquanto protagonista não apenas na construção autônoma do conhecimento, mas principalmente, na conquista da cidadania, que ele se aproprie de valores e princípios éticos e morais, que o possibilite avaliar criticamente e intervir, de forma consciente e construtiva, na sua realidade.

Diante disso, no que se refere ao ensino formal, um fator importante é a renovação curricular, resultado da efetiva inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) e da Física Quântica nas aulas do Ensino Médio. Isso, frente a necessidade de “transformar as demandas teóricas da inovação e atualização curricular, por meio da inserção da FMC, em intervenções práticas nos ambientes reais de sala de aula, visando, em especial, uma melhoria da aprendizagem científica dos estudantes.” (Batista & Siqueira, 2017, p.899).

Por outro lado, tais demandas são corroboradas pelo documento divulgado pelo Conselho Nacional de Educação, referente à Base Nacional Comum Curricular - Etapa do Ensino Médio (Brasil, 2018), enquanto o mais recente conjunto de orientações que buscam nortear os currículos desse nível de ensino, quando traz, dentre as habilidades de aprendizagem a serem desenvolvidas, não apenas a de compreender o funcionamento dos equipamentos que fazem parte das tecnologias contemporâneas, como também a de construir estratégias para selecionar as fontes confiáveis de informações, dentre os textos de divulgação científica.

Nesse aspecto, Feitosa et al. (2020) destacam que os documentos oficiais que normatizam e parametrizam o ensino de Física, no Brasil, estabelecem que o estudante, ao término do ciclo básico de educação, deve estar apto a desempenhar criticamente sua cidadania, por conseguinte, o Ensino Médio não pode ser compreendido como apenas uma preparação para a universidade, mas deve buscar prover ao estudante uma formação ampla, crítica e cientificamente fundamentada. (p. 664). Neste contexto, destaca-se a relevância da Física Moderna e Contemporânea e da Física Quântica, tendo em vista a estreita relação com a evolução científica e tecnológica e, particularmente a última, por ser relativamente contraintuitiva e misteriosa para alguns, desperta o interesse que, se não for orientado, pode levar a informações equivocadas ou mesmo a interpretações deturpadas da realidade.

Isto posto, é imperativo a proposição de alternativas para que o ensino da Física Moderna e Contemporânea e da Física Quântica seja efetivado no Ensino Médio, evitando as práticas pedagógicas que se caracterizam pela simples transmissão oral dos conteúdos, priorizando as que proporcionam a participação dos alunos por meio de aulas dinâmicas e motivadoras. Além disso, servir como recurso no entendimento dos conceitos pelos alunos, auxiliando o professor enquanto mediador da aprendizagem. Assim, tornou-se pertinente o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem com o objetivo de abordar os conceitos básicos da Física Quântica.

A partir dessa discussão, o objetivo desse trabalho é propor uma sequência de ensino e aprendizagem, elaborada na perspectiva de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, contendo aspectos conceituais, históricos e filosóficos da Física Quântica e da Dualidade Onda-Partícula.

Assim, almeja-se que este trabalho sirva como uma alternativa que auxilie os professores de Física do Ensino Médio, na mediação do processo de construção do conhecimento no tema da Física Quântica e, simultaneamente, dê condições para envolver os alunos no mundo da Ciência, difundindo os conhecimentos que a mesma proporciona à humanidade e a tecnologia resultante desse processo.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO**

### **2.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa**

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi formulada por David Ausubel, um representante do cognitivismo, segundo o qual, a aprendizagem resulta da retenção de informações na estrutura cognitiva. Ausubel era também um adepto do construtivismo que, sinteticamente, considera o aluno como agente construtor da aprendizagem, ou seja, é ele quem organiza o próprio conhecimento por meio da reformulação e substituição de saberes.

No que tange ao construtivismo, para Zabala (1998), a aprendizagem é uma construção pessoal de cada aluno, onde ele pode atribuir significado a um objeto de ensino. O autor ressalta que a construção da aprendizagem “implica a contribuição por parte da pessoa que aprende, de seu interesse e disponibilidade, de seus conhecimentos prévios e de sua experiência” (p.63).

Realmente, o que o aluno já sabe é essencial no que se refere à aprendizagem e, em particular, condição indispensável para a efetivação da aprendizagem significativa. Isso, além da predisposição para aprender. É algo que vai além da motivação. Ele deve estar disposto a atribuir significado aos materiais, condizentes com a matéria estudada; disposto a aprender significativamente, associando os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios e não apenas uma aprendizagem mecânica baseada na memorização para a prova.

A aprendizagem significativa é o conceito central da teoria da aprendizagem de David Ausubel, segundo a qual, a estrutura cognitiva de um indivíduo seria um conjunto dinâmico e complexo de subsunçores. “Ausubel [via] o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos” (Moreira, 1999, p. 153).

Na prática, os subsunçores seriam os conhecimentos prévios relevantes, os conhecimentos específicos assimilados anteriormente pelo indivíduo e que, por meio da interação com os novos conhecimentos, possibilitam dar significado, sentido às estas novas informações e conseqüentemente, a sua apropriação a estrutura cognitiva.

Para que ocorra aprendizagem significativa, um novo conteúdo deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve relacionar-se com a estrutura cognitiva do estudante de forma não arbitrária e não literal. Assim, a nova informação relaciona-se de forma interativa com a estrutura cognitiva do sujeito, adquirindo significados, ficando retida e enriquecendo o conhecimento prévio, que se torna mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de funcionar como ancoradouro cognitivo para novos conhecimentos. (Griebeler, 2012, p.13).

Nos casos em que o aluno não possui os subsunçores, Ausubel sugere o uso dos organizadores prévios, um recurso que visa, intencionalmente, “manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. [...] são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si”. (Moreira, 1999, p. 155). Efetivamente, os organizadores prévios são recursos que relacionam o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para que aconteça a aprendizagem significativa.

Outro fator que é considerado fundamental no intuito de facilitar a aprendizagem significativa é a programação eficiente do conteúdo da matéria de ensino, independente da área de conhecimento. Nesse sentido, tem-se os chamados princípios programáticos: da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa, da organização sequencial e da consolidação.

De acordo com o princípio programático da diferenciação progressiva, “as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade” (Moreira, 1999, p. 160). Ou seja, no processo de ensino, na transmissão do conteúdo para o aluno, deve-se partir do geral para o específico.

A reconciliação integrativa é o princípio programático “segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes” (Moreira, 1999, p.161), principalmente com o que o aprendiz já conhece. Com isso, na estrutura cognitiva, os conhecimentos já estabelecidos podem ser relacionados com o novo, serem corroborados ou modificados, proporcionando a reorganizando a estrutura cognitiva.

No que tange ao princípio da organização sequencial, é importante para a efetivação da aprendizagem significativa a organização do conteúdo abordado em uma sequência lógica, considerando a necessidade de se conhecer os assuntos seguindo uma ordem de dependência para o entendimento e assim, proporcionando uma aprendizagem sequencialmente organizada.

Ausubel [argumentava] que a disponibilidade de ideias-âncora relevantes, para uso na aprendizagem significativa e na retenção, pode, obviamente, ser maximizada se tirar-se partido das dependências sequenciais naturais existentes na disciplina e do fato de que a compreensão de um dado tópico, frequentemente, pressupõe o entendimento prévio de algum tópico relacionado. (Moreira, 1999, p.162). Segundo o princípio da consolidação, deve-se ter a garantia de que o aprendiz domina um conhecimento, uma informação, antes que a seguinte lhe seja apresentada.

Nesse sentido, Moreira (2010) destaca que a consolidação tem a ver com o domínio de conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos. É uma consequência imediata da teoria: se o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos, nada mais natural que insistir no domínio do conhecimento prévio antes de apresentar novos conhecimentos. (p. 21).

Na aprendizagem significativa, o processo de ensino e aprendizagem depende, diretamente, da apreensão e permuta de significados, de forma que a linguagem é vista como um importante instrumento de efetivação, tanto para o professor quanto para o aluno. Diante disso, as atividades colaborativas são igualmente importantes nesse processo, uma vez que viabilizam o exercício da linguagem e possibilitam o uso de práticas pedagógicas diversificadas e recursos que oportunizam

aos integrantes do grupo a ajuda mútua, tornando o aluno, e não o professor, o protagonista na organização, reformulação e construção do conhecimento, conforme recomenda a teoria da aprendizagem significativa.

À vista disso, Feitosa et al. (2020) corroboram que “o desenvolvimento de dinâmicas de interação social, trabalhos em equipes, tendo o professor apenas como mediador das ações e organizador do conteúdo, são princípios inerentes ao contexto da UEPS” (p. 672). Ademais, enfatizam que as ações do professor devem estimular a interação entre os estudantes e com o material de estudo, promovendo seu protagonismo no processo de ensino-aprendizagem.

Vale ressaltar também que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve apresentar condições de ser incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz.

Na perspectiva da avaliação, a teoria da aprendizagem significativa sugere a adoção de atividades avaliativas não habituais, que demandam a utilização do conhecimento adquirido modificado. “A avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras” (Moreira, 2010, p. 24).

Nesse sentido, a avaliação da aprendizagem significativa é caracterizada, principalmente, pela busca de evidências no decorrer da aprendizagem, estabelecendo-se como formativa e recursiva e não se resumindo a uma avaliação somativa no final do processo.

## **2.2. A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)**

A UEPS é uma sequência de ensino e aprendizagem proposta pelo professor Marco Antônio Moreira, segundo o qual, as UEPS “são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (Moreira, 2011, p.2).

Percebe-se que, diante da diversidade de contextos escolares, de realidades de sala de aula, de estratégias e metodologias disponíveis e, até mesmo características individuais de aprendizagem, é natural e imprescindível a existência de outras propostas para a realização da prática docente buscando atender às reais necessidades dos educandos.

Nesse sentido, para Zabala (1998), as sequências didáticas são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (p.18).

Diante do exposto, supõe-se uma sequência de ensino e aprendizagem como uma organização sequencial de atividades, envolvendo atividades de aprendizagem e avaliação, planejadas e articuladas, sobre um tema, com o objetivo de ensinar um conteúdo, de forma a tornar mais eficiente o processo de ensino e aprendizagem.

Para a elaboração da UEPS, Moreira (2011) considera a relevância e a influência da situações-problemas. Para o autor, elas servem para despertar o aluno para a aprendizagem significativa, dão sentido aos novos conhecimentos e podem funcionar como organizadores prévios. Situação-problema significa tarefa, não necessariamente problema de fim de capítulo; pode ser a explicação

de um fenômeno, de uma aparente contradição, a construção de um diagrama, as possibilidades são muitas, mas, independentemente de qual for a tarefa, é essencial que o aprendiz a perceba como um problema. (Moreira, 2011, p.11). A elaboração de uma UEPS, de maneira geral, nos pressupostos da aprendizagem significativa, pode ser descrita nas seguintes etapas (Moreira, 2011):

1. Definir o assunto específico a ser abordado, independentemente do número de aulas necessárias.

2. Diagnosticar o conhecimento prévio do aluno. Esse passo é muito importante, não só porque são nestes conhecimentos que os novos saberes irão se ancorar, mas também porque o aluno aprende a partir do que ele já sabe.

3. Propor situações-problemas envolvendo o assunto que se pretende ensinar, de modo a dar-lhe sentido, despertando o aluno para a importância e necessidade dos novos conhecimentos.

4. Apresentação do conteúdo, o que pode acontecer como uma exposição oral, considerando o princípio programático da diferenciação progressiva.

5. Abordagem do conteúdo que, efetivamente, pretende ensinar, sempre considerando o princípio da diferenciação progressiva, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. Um outro princípio que é indispensável aqui é o da reconciliação integradora. É importante destacar as semelhanças e diferenças, relacionando os conhecimentos já estabelecidos com o novo.

6. Concluindo, o professor deve fazer uma nova apresentação de significados, que pode ser por meio de exposição oral, leitura de texto, recurso audiovisual ou simulação computacional etc., de forma a garantir a ancoragem dos novos conhecimentos nos subsunçores e, conseqüentemente, a aprendizagem significativa.

7. A avaliação da aprendizagem é, principalmente, formativa e contínua, onde o professor deve registrar tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado, isso além de uma avaliação somativa individual.

O princípio da consolidação é fundamental para possibilitar a aprendizagem significativa, de maneira que é imprescindível a realização de atividades como a revisão sucinta do conteúdo da aula anterior, o que pode ser oral e antes de se abordar um novo conteúdo.

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

A Sequência de Ensino e Aprendizagem que por ora se apresenta é composta por 16 aulas e foi implementada em uma turma da 3ª série do Ensino Médio, composta de 17 alunos com faixa etária de 17 anos. Foram encontros semanais de duas aulas de 50 minutos, sendo que as duas aulas finais ficaram separadas, para que a última fosse reservada apenas para a avaliação somativa. A implementação, que ocorreu nos meses de setembro e outubro de 2018 em uma escola pública brasileira, localizada no estado da Bahia, permitiu a avaliação da sequência e a constatação da sua viabilidade notadamente satisfatória, enquanto recurso no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Ostermann et al. (2009), “a dualidade onda-partícula deve ser o conceito central na introdução da física quântica no ensino médio” (p. 1094), e propõem que, “do ponto de vista teórico-metodológico, [...] a ‘porta de entrada’ para o mundo quântico seja a óptica ondulatória” (p.1094).

No que diz respeito à abordagem inicial dos conceitos da Física Quântica no Ensino Médio, Pereira (2019) também destaca que

“a Dualidade Onda-Partícula se faz pertinente por resgatar alguns conteúdos anteriormente abordados, como a Ondulatória, Ótica e Ondas Eletromagnéticas e, ao mesmo tempo, possibilita ao aluno, organizar e construir o conhecimento relacionando os conceitos novos com o que ele já conhece, com o seu conhecimento prévio”. (p.16)

Para identificar o conhecimento prévio (Ondulatória, Ondas Eletromagnéticas e Ótica) optou-se por um questionário com questões conceituais e subjetivas. De início, o nível de acerto nas respostas ao questionário de conhecimentos prévios foi satisfatório. Entretanto, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, o conhecimento prévio é a variável mais importante para a aprendizagem. Assim, diante do fato de alguns conhecimentos externados nesta atividade caracterizaram concepções alternativas, realizou-se uma aula de revisão dos conteúdos do questionário e que seria um dos organizadores prévios necessários para auxiliar na aprendizagem do conteúdo de Física Quântica.

Na etapa seguinte, partiu-se de uma situação-problema inicial, na qual se propôs levantar algumas questões importantes com relação aos produtos e serviços veiculados, principalmente, na internet, que usam a extrapolação de conceitos da Física Quântica, onde os adjetivos “Quântica” e “Quântico” são utilizados pelas pseudociências e o misticismo quântico, conforme esclarecem Machado & Cruz (2016):

“A apropriação do conhecimento científico se dá quando, em parte ou integralmente, incorporamos tais representações em nossa cultura, ou seja, tais simbolismos, sentidos e significados passam a constituir nosso entendimento de mundo. Este é o caso do chamado misticismo quântico, que busca uma resignificação e reinterpretação dos sentidos e dos significados da apropriação da teoria quântica” (Seção 2)

A escolha por esta situação-problema se deve ao fato de ser recorrente a demonstração de curiosidade dos alunos com relação a Física Quântica, o que causa relativa inquietação quanto ao motivo do interesse: seria a Ciência ou a quantidade considerável de produtos e serviços “quânticos” disponíveis para as mais diversas necessidades? Isso impõe a necessidade de esclarecimentos de modo a formar indivíduos conscientes e críticos, diante destas e outras questões. O assunto foi discutido com o grupo, com a intenção de ouvir opiniões e estimular a curiosidade, porém sem uma conclusão ou resposta final.

A opção de iniciar pelos aspectos históricos e conceituais foi por julgar importante que o aluno conheça não apenas as definições, fórmulas, leis e princípios deste ramo da Física, mas também os reconheça, assim como todo o conhecimento científico e tecnológico, enquanto resultado de um processo de construção humano ao longo dos tempos, do qual fazem parte um contexto histórico, social e cultural e que a produção científica e tecnológica é fruto das demandas e circunstâncias sociais, culturais, políticas e econômicas. Enfim, não se trata apenas de ensinar Ciência, mas ensinar sobre Ciência, aspectos históricos e filosóficos.

Na sequência, ocorreu a apresentação do conteúdo, começando com os aspectos mais inclusivos, dando uma visão geral do todo e considerando os princípios de diferenciação progressiva. No entanto, antes de iniciar esta etapa, foi importante o uso de um organizador prévio, que serviu de ponte cognitiva entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber para aprender de

forma significativa. Desse modo, a sugestão foi um vídeo<sup>1</sup> sobre o processo produtivo em uma siderúrgica, no qual pode ser observado o metal incandescente a várias temperaturas e colorações (vermelho, alaranjado, amarelo e branco). Estas cores remetem à luz visível, do espectro eletromagnético, que o aprendiz já conhece e sabe que cada cor corresponde a uma faixa de comprimento de onda e transmite uma quantidade de energia. Com o vídeo ele pode perceber que esta energia, além de luminosa, é térmica. Isso é o que ele precisa saber para entender a energia do corpo negro, um dos conceitos relacionados a história do surgimento da Física Quântica.

Na etapa seguinte, correspondente ao aprofundamento dos conhecimentos, fez-se necessária a abordagem de conceitos iniciais da Física Quântica necessários para a compreensão do tema. Foram abordados os aspectos históricos e conceituais da Teoria Ondulatória e da Teoria Corpuscular; Dualidade Onda-Partícula; o Comportamento Dual da Matéria e o Princípio da Complementaridade de Bohr, respeitando assim, aos princípios da organização sequencial e da diferenciação progressiva. Abordar o comportamento dual da luz, o comportamento dual da matéria e Princípio da Complementaridade de Bohr, nesta ordem, possibilita a reconciliação integrativa.

Para melhor compreensão das concepções que envolvem a Física Quântica, foi apresentado um vídeo sobre o experimento Difração de Elétrons ou Dupla Fenda com Elétrons<sup>2</sup>. O conteúdo do vídeo foi discutido com a turma, já que ele aborda questões filosóficas com relação ao observador, que podem promover um diálogo relevante. Posteriormente, uma atividade individual permitiu a busca de evidências de aprendizagem significativa e, neste caso, sobre o comportamento dual da luz e o Princípio da Complementaridade de Bohr, que envolveu também a transferência de conhecimentos para situações desconhecidas, um preceito da teoria da aprendizagem significativa.

Na sequência, a leitura de um texto sobre o assunto e a construção de um resumo possibilitaram a consolidação (Figura 1).



**Figura 1:** Leitura de um texto e elaboração de um resumo

A discussão sobre o vídeo Difração de Elétrons promoveu uma condição propícia para o entendimento do funcionamento do Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder no regime quântico, já que ambos tratam do fenômeno de interferência no regime quântico.

<sup>1</sup> Vídeo, Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=bkh\\_0A6hYUM](https://www.youtube.com/watch?v=bkh_0A6hYUM)

<sup>2</sup> Vídeo, Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=PtPGCq1zPtE>

O *software* Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder foi usado como situação-problema, com um nível mais alto de complexidade. Os alunos manusearam o *software* conforme a orientação de um roteiro, observaram e interpretaram o resultado, para então responder as perguntas que constavam no próprio roteiro. Foi uma atividade colaborativa com a mediação docente.

Como uma nova situação-problema, a turma teve acesso ao Interferômetro de Mach-Zehnder experimental (Figura 2), cujo funcionamento é no regime clássico. A atividade teve início com uma exposição oral sobre a história, os componentes e o funcionamento do interferômetro. Na sequência, foi apresentada a situação-problema, como atividade colaborativa, abordando algumas questões sobre o experimento.



**Figura 2:** Atividade experimental: Interferômetro de Mach-Zehnder

Dando continuidade à troca e negociação de significados que garantem a aprendizagem significativa, foi realizada uma exposição oral com *slides* sobre As Quatro Interpretações da Física Quântica. Para atender aos princípios da consolidação e da reconciliação integrativa, os alunos efetuam a leitura de um texto de aprofundamento e preencheram, individualmente, um quadro sinótico sobre o assunto.

Na etapa seguinte abordou as aplicações da Física Quântica, cujos conteúdos, assim como os da Física Moderna e Contemporânea, estão diretamente relacionados com o avanço tecnológico da atualidade e conhecê-los permitiu perceber a complexa relação de cunho social, político, econômico e ético, que envolve a Ciência e a Tecnologia. Esta é a leitura de mundo que dá significado ao conhecimento e permite a compreensão e o posicionamento crítico diante de questões técnico-científicas de interesse social. A alfabetização científica não impõe que o indivíduo saiba tudo sobre Ciência ou métodos científicos, mas o razoável sobre como estes estudos e saberes se revertem em benefícios para a sociedade e como podem ser usados na solução de problemas do cotidiano. “Sendo assim, a alfabetização científica [...] se impõe como uma dimensão essencial de uma cultura de cidadania, para fazer frente aos graves problemas com que a humanidade há de enfrentar hoje e no futuro” (Praia et al., 2007, p.145).

Finalizando, a situação-problema inicial, deixada em suspenso, sobre a extrapolação de conceitos da Física Quântica, o misticismo quântico e o uso dos adjetivos “Quântica” ou “Quântico” em produtos e serviços foi retomada e concluída, por meio de leitura de textos, de produções

textuais dos alunos e discussão sobre o assunto. Na implementação, utilizou-se como recursos vídeos, simulações, textos e slides com imagens, a fim de minimizar a abstração do assunto estudado. Uma abordagem mais qualitativa e conceitual foi privilegiada a um tratamento de cunho matemático, tão característico desta área da Física. A sinopse das aulas elaboradas é apresentada no quadro a seguir:

**Tabela 1- Sinópse das aulas elaboradas**

<b>QUADRO SINÓPTICO DAS AULAS</b>				
<b>Encontro</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Sequência de Atividades e Estratégias Didáticas</b>	<b>Processos Avaliativos</b>
Primeiro Encontro (2 aulas)	-Revisar conteúdos estudados anteriormente.	Partículas, tópicos de Ondas Mecânicas e Eletromagnéticas, Espectro Eletromagnético e Fenômenos Ópticos.	Apresentação Inicial <b>1ª Atividade</b> Questionário de Conhecimentos Prévios <b>2ª Atividade</b> Revisão (Organizador Prévio)	A avaliação será realizada por meio do Questionário Inicial, da participação e interesse.
Segundo Encontro (2 aulas)	-Reconhecer a história da Ciência enquanto construção humana relacionada às demandas sociais, políticas e econômicas de determinada época. -Reconhecer a importância do espectro de radiação do corpo negro para o surgimento da Mecânica Quântica. -Relacionar a quantização de energia com a solução para o problema de radiação do corpo negro.	A Catástrofe Ultravioleta; A Solução de Max Planck e o Surgimento da Física Quântica; Definição de Quantização, Contínuo e Discreto; O campo de estudo da Física Quântica e objeto quântico. (Diferenciação Progressiva)	<b>1ª Atividade</b> Slide Extrapolações da Física Quântica (Situação-problema inicial) <b>2ª Atividade</b> Vídeo Siderúrgica (Organizadores Prévios) <b>3ª Atividade</b> Exposição Oral sobre o conteúdo, com apresentação de slides <b>4ª Atividade</b> Exercícios <b>5ª atividade</b> Leitura do texto	A avaliação será realizada por meio da resolução do exercício com aplicação da Equação de Planck, da participação e interesse.
Terceiro Encontro (2 aulas)	-Reconhecer a Dualidade Onda-Partícula como uma particularidade da Teoria Quântica. -Associar o comportamento dual à luz. -Constatar o caráter inovador e	Aspectos Históricos da Luz; A Teoria Ondulatória; A Teoria Corpuscular; Dualidade Onda-Partícula; Comportamento Dual da Matéria e o Princípio da	<b>1ª Atividade</b> Breve retomada do conteúdo <b>2ª Atividade</b> Exposição Oral sobre o conteúdo, com apresentação de slides <b>3ª Atividade</b> Vídeo Difração de Elétrons	A avaliação será realizada por meio de exercícios sobre o comportamento dual da luz e o Princípio da Complementaridade de Bohr, da participação e interesse.

**QUADRO SINÓPTICO DAS AULAS**

<b>Encontro</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Sequência de Atividades e Estratégias Didáticas</b>	<b>Processos Avaliativos</b>
	reformulador da Teoria Quântica. -Compreender o Princípio da Complementaridade como inerente à descrição completa da realidade física.	Complementaridade de Bohr (Diferenciação Progressiva)	<b>4ª Atividade</b> Avaliação formativa individual <b>5ª atividade</b> Leitura do texto e elaboração do resumo	
Quarto Encontro (2 aulas)	- Reconhecer que no IVMZ no regime quântico, quando a trajetória é indefinida, forma-se o padrão de interferência, logo a luz tem comportamento ondulatório. - Reconhecer que no IVMZ no regime quântico, quando a trajetória é definida, o padrão de interferência desaparece, logo a luz tem comportamento corpuscular.	O comportamento quântico dos objetos microscópicos e a Exploração do Interferômetro Virtual de Mach-Zehnder. (Reconciliação Integradora)	<b>1ª Atividade</b> Breve retomada do conteúdo <b>2ª Atividade</b> Apresentação do Software Interferômetro de Mach-Zehnder Virtual <b>3ª Atividade</b> Roteiro do IVMZ (Situação-problema 1)	A avaliação será realizada por meio da participação, interesse e respostas ao questionário do roteiro do experimento.
Quinto Encontro (2 aulas)	-Compreender que a reflexão da luz pode causar mudança de fase. -Reconhecer no IMZ Clássico, as causas da interferência construtiva e da interferência destrutiva. -Compreender que no IMZ, no regime clássico, a luz apresenta comportamento ondulatório.	O comportamento ondulatório da luz e a Exploração do Interferômetro de Mach-Zehnder Experimental (Regime Clássico) (Reconciliação Integradora)	<b>1ª Atividade</b> Apresentação do experimento IMZ <b>2ª Atividade</b> Roteiro do IMZ Experimental (Situação-problema 2)	A avaliação será realizada por meio da participação, interesse e respostas ao questionário do roteiro do experimento.
Sexto Encontro (2 aulas)	-Distinguir as diferentes interpretações da teoria quântica. -Reconhecer a Interpretação da	As Quatro Interpretações da Física Quântica (Reconciliação Integradora)	<b>1ª Atividade</b> Exposição Oral sobre As Quatro Interpretações <b>2ª Atividade</b> Leitura do Texto	A avaliação será realizada por meio do preenchimento correto do Quadro Síntese.

QUADRO SINÓPTICO DAS AULAS				
Encontro	Habilidades	Conteúdo	Sequência de Atividades e Estratégias Didáticas	Processos Avaliativos
	Complementaridade como a mais aceita.		<b>3ª Atividade</b> Preenchimento do Quadro Síntese	
Sétimo Encontro (2 aulas)	-Perceber as aplicações da Mecânica Quântica no desenvolvimento da tecnologia e sua interpretação nas diferentes áreas do conhecimento.	Aplicações da Física Quântica no Cotidiano	<b>1ª Atividade</b> Diagrama-síntese (Consolidação) <b>2ª Atividade</b> Exposição Oral sobre o conteúdo, com apresentação de slides <b>3ª Atividade</b> Vídeo Computação Quântica <b>4ª Atividade</b> Retomada da Situação-problema inicial Leitura dos Textos	A avaliação será realizada por meio da participação e interesse.
Oitavo Encontro (1 aula)	Reconhecer a importância do entendimento científico para a identificação das extrapolações dos conceitos da Física Quântica.	Extrapolações errôneas dos conceitos da Física Quântica pelas pseudociências.	<b>1ª Atividade</b> Socialização das produções textuais <b>2ª Atividade</b> Leitura do Segundo Texto e Discussão	A avaliação será realizada por meio da participação na discussão e do texto produzido.
Nono Encontro (1 aula)	Avaliação Individual			

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

Os paradoxos da Física Quântica podem causar perplexidade, isso ao mesmo tempo em que suas descobertas redefinem a visão de mundo e apresentam fundamentos contraintuitivos para o aluno do Ensino Médio, já que suas aplicações não podem ser facilmente constatadas no cotidiano (Pereira, 2019). Assim, como já era previsto, o comportamento do elétron no experimento da Difração de Elétrons (Dupla Fenda com Elétrons) causou, de início, um misto de descrença e incompreensão dos conceitos da Física Quântica. Contudo, o vídeo não só facilitou a apropriação de alguns significados acerca do comportamento dual, como também instigou os alunos a uma discussão sobre o enfoque filosófico da Física Quântica. O vídeo sugere a possibilidade de a consciência humana ser responsável pela não formação do padrão de interferência. Seria a consciência do observador a culpada pelo colapso da onda? Seria o ato de observar (medir) levado o elétron a se comportar como partícula e não mais como onda? Estas questões foram debatidas

com a turma, porém, não para se chegar a uma conclusão definitiva, mas para mostrar aos alunos a mudança de paradigma que a Física Quântica representa.

Com relação à avaliação da aprendizagem, além da busca de evidências de aprendizagem significativa, um outro aspecto relevante e que também deve ser objeto de avaliação é a interpretação, compreensão e a transferência do conhecimento para situações novas. “A avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras” (Moreira, 2010, p. 24). Para isso, a teoria da aprendizagem significativa sugere a adoção de atividades avaliativas não habituais, que demandam a utilização do conhecimento adquirido modificado. Ademais, “a avaliação da aprendizagem significativa é caracterizada, principalmente, pela busca de evidências no decorrer da aprendizagem, estabelecendo-se como formativa e recursiva e não se resumindo a uma avaliação somativa no final do processo.” (Pereira, 2019, p.60)

De modo geral, as atividades permitiram reconhecer evidências de aprendizagem significativa, por meio das colocações dos alunos durante as aulas e das respostas fornecidas nas atividades, que demonstraram modificação do subsunçor. Como, por exemplo, “*Cheguei à conclusão de que não tenho maturidade para estudar Física Quântica.*” (Aluno A) ou “*Quando vejo um feixe de luz! Já imagino os fótons estão pulando!*” (Aluno B). As falas dos alunos nos permitem inferir que eles perceberam que os significados relacionados à Física Quântica são diferentes dos significados da Física Clássica. Já na resposta fornecida pelo Aluno C: “*A luz é uma onda eletromagnética e também uma partícula, porém, não se manifestam juntas*”, pode-se perceber o aprimoramento do subsunçor. Afinal, até então o aluno apenas conhecia a luz como onda eletromagnética.

No que se refere à transferência do conhecimento para situações novas, os alunos demonstraram, particularmente quando foi abordado o conteúdo “Extrapolações errôneas dos conceitos da Física Quântica pelas pseudociências”, pouca habilidade para tanto. Isso porque alguns alunos concordaram com as ideias dos textos relacionados ao misticismo quântico e demonstraram acreditar na existência de uma ligação entre a Física Quântica e os assuntos alusivos aos temas dos textos. Diante disso, foi distribuído um segundo texto para leitura e esclarecimentos sobre as extrapolções dos conceitos da Física Quântica.

Contudo, foi possível concluir que, nesta situação especificamente, talvez tenha sido pelo fato de que, na maioria das vezes, as escolas têm adotado práticas pedagógicas que promovam a aprendizagem mecânica, enquanto os alunos, no geral, utilizam o mesmo tipo de aprendizagem, baseada na memorização sem significado, apenas para passar na prova. Nesse sentido, vale salientar também, que “a passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática” (Moreira, 2010, p.12). Dessa forma, provavelmente, não foi possível uma transformação considerável, em tempo tão curto, na forma de o aluno entender o significado da aprendizagem.

O software educacional Interferômetro de Mach-Zehnder foi utilizado em uma situação-problema. Foi uma atividade colaborativa que não apenas oportunizou a interação e a troca de significados entre os alunos, como também promoveu a consolidação de alguns conceitos fundamentais em física quântica e uma melhor reconciliação integrativa, já que durante a realização da tarefa foram destacadas as semelhanças e diferenças entre o comportamento corpuscular e

ondulatório, no regime quântico. A atividade contribuiu para tornar os subsunçores mais elaborados e, conseqüentemente, para a aprendizagem significativa.

Com o experimento Interferômetro de Mach-Zehnder, os alunos observaram o comportamento da luz enquanto onda eletromagnética e a formação do padrão de interferência, o que caracteriza o comportamento ondulatório da luz. Inicialmente, por meio de uma exposição oral, houve uma breve explanação sobre conceitos importantes relacionados ao experimento e apresentação dos seus componentes, seguido da explicação do funcionamento, quando todos visualizaram o padrão de interferência.

O uso de experimento nas aulas de Física, por si só, motiva a aprender, desperta a atenção e auxilia na construção do conhecimento, muitas vezes embasado em modelos intuitivos equivocados e concepções alternativas. Na situação específica do uso do interferômetro de Mach-Zehnder experimental, além desses fatores, foi possível perceber um aumento das indagações, quando, por exemplo, a Aluna D, comparando o padrão de interferência do experimento com o do software estudado anteriormente, indagou: *“A interferência construtiva é a parte clara e a parte escura é interferência destrutiva?”* Ou quando um outro Aluno E pediu para trocar a caneta laser por outra de luz mais intensa, com o intuito de comparar os padrões de interferência obtidos. Tais fatos permitiram concluir que o experimento contribuiu para instigar a busca por novos conhecimentos e aumentar a curiosidade sobre conceitos científicos. Houve também, maior interação e conseqüentemente, troca de significados entre os alunos. Quando um grupo estava observando o padrão, um aluno teve dificuldade de visualizar as faixas claras e escuras e identificar o padrão de interferência. Diante da dificuldade do colega, alguns do grupo buscaram uma forma de auxiliá-lo na interpretação da imagem.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

À face do exposto, a seqüência de ensino e aprendizagem apresentada pode ser considerada uma proposta cujos recursos e metodologia permitem a efetiva inserção da Física Quântica nas aulas do Ensino Médio, que é o principal objetivo a que se destina este trabalho, qual seja, motivar os alunos a estudar a Física, permitindo um novo olhar sobre a disciplina.

Os alunos relataram, no que concerne ao Interferômetro de Mach-Zehnder, que tanto o virtual quanto o experimental contribuíram na compreensão do assunto. Contudo a maioria declarou preferência pelo interferômetro experimental, alegando que a aula ficou mais dinâmica, possibilitou a participação dos alunos, despertou a curiosidade e permitiu discutir melhor o assunto. Segundo eles, a manipulação direta e prática com o experimento foi mais interessante e melhorou a compreensão do fenômeno estudado.

No que diz respeito a aprendizagem significativa, a atividade com os textos sobre extrapolações dos conceitos de Física Quântica foi uma oportunidade de esclarecimento de significados e de o aluno externar os significados adquiridos nas aulas anteriores. Contudo, a análise qualitativa das discussões e das atividades realizadas pelos alunos não permite afirmar com convicção que houve aprendizagem significativa, mas inferir pela existência de indícios desta e, com isso, constatar a aplicabilidade do projeto e o forte indício da eficácia da seqüência proposta. Os resultados evidenciam que a seqüência de ensino e aprendizagem contribuiu no sentido de

promover a aprendizagem significativa e, com isso, apta a ser aplicada como ferramenta para auxiliar o professor na prática docente, na abordagem da Física Quântica.

Quanto as atividades realizadas na implementação da sequência de ensino e aprendizagem, recomenda-se o uso de mais questões envolvendo cálculos com a equação de Planck e uma quantidade maior de aulas para trabalhar esta atividade, pois estes foram os pontos negativos apontados por alguns poucos alunos, mas que vale a pena destacar e aprimorar.

Finalizando, posto que se almeja que este trabalho venha a servir como uma alternativa que auxilie a prática docente nas aulas de Física do Ensino Médio, na mediação do processo de construção do conhecimento no tema da Física Quântica e, simultaneamente, dê condições para envolver os alunos no mundo da Ciência, potencializando a aquisição de conhecimentos científicos, espera-se a real renovação curricular e a efetiva inserção dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea e de Física Quântica nas aulas do Ensino Médio, haja vista os relatos de alguns alunos nesse sentido.

## REFERÊNCIAS

- Batista, C. A. S. & Siqueira, M. (2017). A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre radioatividade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(3), 880-902.
- Ministério da Educação (2018). *Base Nacional Comum Curricular – Etapa Ensino Médio* (versão em revisão). Brasília, Brasil: MEC
- Feitosa, S. S.; Araújo, K. M. G.; Silva, M. S. & Nobre, F. A. S. (2020). Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2), 662-694.
- Griebeler, A. (2012). *Inserção de Tópicos de Física Quântica no Ensino Médio através de uma Unidade de ensino Potencialmente Significativa*. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Instituto de Física. Porto Alegre-RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Machado, S. S. L., Cruz, F. F. S. (2016). A Teoria Quântica e a Apropriação do Conhecimento Científico: O uso da História e Filosofia da Ciência pelos Misticismos. *Anais Eletrônicos do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*. UFSC.
- Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- Moreira, M. A. (2010). O que é afinal aprendizagem significativa? Texto da Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. Aceito para publicação, *Qurriculum*, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <[www.if.ufrgs.br/~moreira](http://www.if.ufrgs.br/~moreira)>. Acesso em: 23ago2018.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(2), 43 – 63.
- Ostermann, F., Cavalcanti, C. J. H., Prado, S. D., Ricci, T. F. (2009). Fundamentos da física quântica à luz de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. REEC. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 1094-1116.
- Pereira, A. M. L. (2019). *A Física Quântica no Ensino Médio: O Interferômetro de Mach-Zehnder no Ensino da Dualidade Onda-Partícula*. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Ilhéus-BA: Universidade Estadual de Santa Cruz
- Praia, J., Gil-Pérez, D., Vilches, A. (2007). O Papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. *Revista Ciência & Educação*, 13(2), 141-156.
- Zabala, A. (1998). *A Prática Educativa. Como ensinar*. Porto Alegre: ARTMED.

## A EUGENIA COMO TEMÁTICA PARA DISCUSSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO SUPERIOR EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

EUGENICS AS A THEME FOR DISCUSSION OF THE NATURE OF SCIENCE IN HIGHER EDUCATION IN BIOLOGICAL SCIENCES

LA EUGENESIA COMO TEMA DE DISCUSIÓN SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Angelo Tenfen Nicoladeli & Mariana Brasil Ramos**

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
angelonicoladeli@hotmail.com

**RESUMO** | Neste trabalho descrevemos a construção e desenvolvimento de uma sequência didática sobre história da eugenia, para um curso de Ensino Superior em Ciências Biológicas no Brasil. Adotamos como referencial educacional a discussão da Natureza da Ciência na formação em Ciências da Natureza, através da inserção da história e filosofia da ciência nos currículos. Verificamos que os estudantes possuíam visões distorcidas do trabalho científico e que a leitura de textos originais de cientistas pode ser uma estratégia metodológica interessante para a construção de visões de ciência mais humanizadas e próximas da realidade social e política que envolve este tema. Além disso, apontamos a necessidade de se trabalhar para além dos conteúdos de ciência refletindo sobre suas histórias, auxiliando futuros biólogos a compreender os processos científicos e possíveis pontos de atuação política.

**PALAVRAS-CHAVE:** NdC, HFC, Boletim de Eugenia, Racismo Científico, Formação de Biólogos.

**ABSTRACT** | In this paper we describe the development of a didactic sequence on the history of eugenics, aimed at a course on Higher Education in Biological Sciences in Brazil. We defend and adopt as a theoretical framework the importance of discussing the Nature of Science in the training of teachers in Natural Sciences, through the inclusion of the history and philosophy of science in the curricula. From this educational practice, we could verify that students had distorted views of scientific work and that reading original texts by scientists can be an interesting methodological strategy for producing more humanized views of science, closer to the social and political reality that involves this instance. Furthermore, we point to the need to work pedagogically beyond science content, its histories, helping future biologists to understand scientific processes and their possible points of political action.

**KEYWORDS:** NOS, HPS, Boletim de Eugenia, Scientific Racism, Formation of Biologists.

**RESUMEN** | En este artículo describimos la construcción y desarrollo de una secuencia didáctica sobre la historia de la eugenesia, dirigida a un curso de Educación Superior en Ciencias Biológicas en Brasil. Adoptamos como marco educativo la importancia de discutir la Naturaleza de la Ciencia en la formación en Ciencias Naturales, mediante la inclusión de la historia y filosofía de la ciencia en los planes de estudio. Encontramos que los estudiantes tenían visiones distorsionadas del trabajo científico y que la lectura de textos originales de científicos puede ser una estrategia metodológica interesante para la construcción de visiones de la ciencia más humanizadas y más cercanas a la realidad social y política que involucra esta temática. Además, señalamos la necesidad de trabajar pedagógicamente más allá de los contenidos científicos y reflexionar sobre sus historias, ayudando a los futuros biólogos a comprender los procesos científicos y sus posibles puntos de acción política.

**PALABRAS CLAVE:** NdC, HFC, Boletim de Eugenia, Racismo Científico, Formación de Biólogos.

## 1. INTRODUÇÃO

A defesa de que professores e alunos precisam saber não somente de Ciência (sobre seus produtos), mas também sobre a Ciência (sobre seus processos), é cada vez mais presente na educação científica (Moura, 2014). Conhecer mais sobre história e processos de construção dos conhecimentos científicos pode contribuir para a formação de professores e cientistas com visões menos ingênuas sobre Ciência, e, por consequência, para o desenvolvimento de práticas científicas e de ensino mais conscientes e engajadas com as questões políticas, sociais e econômicas que envolvem ciência e sociedade.

Acreditamos que a formação de biólogos (sejam estes professores, pesquisadores ou técnicos) deva compreender discussões críticas sobre a Natureza da Ciência (NdC) e, neste sentido, defendemos a inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) nos currículos de cursos de Ciências Biológicas como estratégia educativa. Há uma diversidade de referenciais que analisam as práticas científicas, que podem contribuir para um olhar menos ingênuo em relação à Biologia. Neste trabalho nos inspiramos em Kuhn (2012, p. 25), quando afirma que “a educação científica “semeia” o que a comunidade científica, com dificuldade, alcançou até aí – uma adesão profunda a uma maneira particular de ver o mundo e praticar a ciência. Tal adesão pode ser, e é, de tempos em tempos, substituída por outra, mas nunca pode ser facilmente abandonada”.

Levando em conta as considerações de Kuhn (2012) com relação à formação de cientistas da natureza, notamos, como ele, uma ausência de discussões sobre a história dos conhecimentos, teorias e problemas científicos aprendidos ao longo do curso de Ciências Biológicas em que atuamos. Ausência que se reflete na formação de futuras biólogas que compreendem o campo de conhecimento como uma narrativa linear e única de conteúdos estabelecidos - uma compreensão dogmática da Biologia. Frequentemente nos deparamos com estudantes que chegam ao final do curso acreditando em um único método científico (empirista-indutivista); na objetividade e racionalidade dos cientistas; e na produção de conhecimentos socialmente neutros.

Ao mesmo tempo em que nos preocupa um modelo de formação de biólogas que não analisa com profundidade a natureza do trabalho científico, verificamos também o apagamento de certas histórias deste campo de conhecimento, sobretudo em relação a capítulos menos louváveis da área, como é o caso da eugenia. É comum que estudantes da área compreendam a eugenia como pseudociência, e/ou como temática de estudos já superada e que não merece atenção. Assim, destacamos a necessidade de se compreender “[...] o papel de movimentos científicos como a eugenia na formação do imaginário social sobre raças, miscigenação e etnia, e a permanência de ideias criadas em seu contexto, do início do século XX ao período atual” (Verrangia & Silva, 2010, p. 712).

A partir destas considerações, descrevemos uma prática de ensino desenvolvida no âmbito da formação de biólogas, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que buscou discutir a NdC a partir da História da Eugenia, com base na discussão de textos originais de um periódico brasileiro de 1930. O trabalho foi desenvolvido em uma disciplina voltada para a formação de bacharéis e de licenciados em Ciências Biológicas, articulando referências da Educação Científica e da História e Filosofia da Ciência com o objetivo geral de problematizar visões distorcidas de ciência, por meio de exemplos históricos de práticas científicas que ocorreram no Brasil.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

A HFC vem sendo defendida como estratégia educativa na Educação Científica, pois tem potencial para impedir que visões distorcidas sobre a ciência se formem, na medida em que deixa nítido seu caráter social e histórico (Batista & Silva, 2018; Gil-Pérez et al., 2001). Martins (2006, p. XXII) aponta que a HFC tem o potencial de levar os alunos a compreenderem que a ciência “não brota pronta na cabeça dos grandes gênios” e que não se trata de mera aplicação de um único “método científico” que permite chegar à verdade, mas um processo de construção coletiva do conhecimento.

Matthews (1992) enfatiza que a HFC não é a solução dos problemas educacionais, mas uma fonte importante de reflexão que pode aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Já Moura e Silva (2018) e Pereira e Amador (2007) indicam a necessidade de incluir e utilizar a HFC nos currículos dos cursos de formação de professores e de ensino de ciências e biologia escolar, pois estas reflexões levam à construção de uma concepção mais crítica do fazer científico. Com base nos argumentos desses autores, propomos uma sequência didática que visou o estudo de episódios históricos para discutir a ciência e refletir sobre sua natureza.

A disciplina na qual desenvolvemos nossa prática é ofertada no âmbito de dois cursos de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC): um, no turno noturno, voltado exclusivamente para formação de professores de Ciências e Biologia (curso de licenciatura); e outro, no turno diurno, com área básica de ingresso - ABI<sup>1</sup> (no qual o estudante escolhe, após dois anos, se irá seguir a licenciatura ou o bacharelado em Ciências Biológicas). No curso noturno, a disciplina Tópicos em Biologia e Educação é ministrada no primeiro semestre e, no diurno, no quarto, sendo a única disciplina da área de Ciências da Educação ofertada em dois anos do curso com ABI.

Em nosso plano de ensino, buscamos aprofundar as discussões que envolvem questões relacionadas à NdC, através do estudo de episódios da história da Biologia, de materiais de ensino e divulgação das Ciências Biológicas, ou de controvérsias sócio-científicas da atualidade. A sequência didática analisada foi desenvolvida durante o segundo semestre do ano letivo de 2020, caracterizado pelo Ensino Remoto, devido à pandemia de CoVid-19, sendo realizada integralmente através de plataforma online de suporte ao ensino não presencial (Moodle 2021), com atividades assíncronas e reuniões virtuais síncronas via Google Meet.

Os temas abordados no semestre foram: tópico 0 - Biologia e Cultura - no qual foram introduzidas as noções de Cultura (Hall, 1997) para os Estudos Culturais e suas relações com a Biologia, os Discursos Científicos e seu ensino (Santos, 2000); tópico 1 - Ciência, Educação e Sexualidade - que analisamos neste trabalho e iremos descrever detalhadamente adiante; tópico 2 - Ecologia para Quem? - no qual abordamos as origens das Etnociências e discutimos seu caráter eurocentrado e excludente de um ponto de vista epistemológico decolonial (Milanez, 2020); e tópico 3 - Controvérsias sobre Imunologia - em que discutimos o Movimento Antivacina, como questão sociocientífica atual (Fonseca & Duso, 2020).

---

<sup>1</sup> Nos cursos com ABI “[...] os estudantes entram num curso superior escolhendo apenas a área (por exemplo, curso de Ciências Biológicas) e depois de vivenciar um conjunto básico de disciplinas, comumente, escolhem entre o bacharelado e a licenciatura. Com isso, o jovem que ingressou no ensino superior pode ter vivências em ambas as modalidades, conhecendo melhor as possibilidades de atuação profissional, objetos e áreas que são estudados frequentemente pelas respectivas modalidades”. (Schmitt & Silvério, 2019, p. 108)

Nossos tópicos partiram dos conteúdos tradicionais das Ciências Biológicas e de suas histórias, para os das Ciências da Educação, desencadeando um processo de problematização epistemológica e histórica dos conteúdos da Biologia, que procura subverter uma série de visões iniciais que os alunos têm sobre os mesmos e, em especial, sobre a Biologia enquanto ciência.

## 2.1. Fundamentação da Sequência Didática

As ideias sobre Ciência (como ela se constrói social e culturalmente, quais são os métodos das ciências e como ocorre a organização do conhecimento científico, as relações entre experimento e teoria, entre outros) compõem reflexões da área chamada Natureza da Ciência (NdC): uma construção essencialmente pedagógica, que visa refletir e propor ferramentas para aprender e ensinar sobre a Ciência. De acordo com Moura (2014, p. 33) “[...] compreender a natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada”.

Apesar de haver inúmeras concepções sobre NdC, nesta prática educativa, adotamos a concepção consensual de NdC, que se reflete numa lista de asserções que, em tese, representam princípios envolvidos na construção do conhecimento científico. Elas são resumidas por Moura (2014) em cinco tópicos: (1) a Ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos naturais; (2) não existe um método científico universal; (3) a teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa; (4) a Ciência é influenciada por todo o contexto no qual é construída, incluindo, mas não se limitando, ao contexto social, cultural e político; (5) os cientistas utilizam, entre outras coisas, imaginação, crenças pessoais e influências externas para fazer Ciência. A visão consensual de NdC, embora dê destaque às dimensões mais internas da ciência, apresenta um potencial didático de resumir-se em uma lista de asserções, as quais ora afirmam e ora negam princípios, facilmente discutidas em sala de aula, e pode ser utilizada para compreender e problematizar as visões de estudantes.

Apesar de partirmos da visão consensual, não utilizamos as asserções na sequência referida acima, mas o seu oposto, quais sejam, as visões *distorcidas* de ciência, elaboradas por Gil-Pérez et al. (2001) e mais comuns entre professores e estudantes. Ao todo, são sete visões distorcidas sobre ciência que tratamos durante a prática: (1) **concepção empírico-indutivista e ateórica**, uma visão que “[...] destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação [...], esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo” (Gil-Pérez et al., 2001, p. 129); (2) **visão rígida**, que apresenta o “método científico” como uma série de passos a serem seguidos para se descobrir a verdade científica; (3) **visão aproblemática e ahistórica**, concepção que enfatiza os produtos científicos finalizados, mas não a história de sua formulação; (4) **visão exclusivamente analítica**, que “[...] destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador” (Gil-Pérez et. al, 2001, p. 132) e omite os processos de unificação e síntese; (5) **visão acumulativa de crescimento linear**, que compreende a ciência como um empreendimento cumulativo de soma de novos produtos, sendo ignoradas suas inúmeras remodelações e crises profundas; (6) **visão individualista e elitista**, que representa a ideia de que a ciência só pode ser feita por gênios isolados, omitindo o carácter necessariamente coletivo da ciência; e, por último, (7) **visão socialmente neutra da ciência**, que entende a ciência “acima do bem e do mal”, como se não refletisse valores políticos e morais dos cientistas e da sociedade.

As sete visões distorcidas sobre ciência (Pérez et al., 2001) foram utilizadas tanto como conteúdos abordados em aula, quanto como referência para compreender os textos construídos pelos estudantes ao longo da sequência didática. A seguir, discutiremos as bases historiográficas dos conteúdos da prática educativa e algumas reflexões vindas do campo da educação sexual, as quais nos guiaram na escolha do tema e na organização dos materiais e estratégias de ensino desenvolvidas.

### 2.1.1 *Da Historiografia da Eugenia à Eugenia na Educação Científica*

Segundo Stepan (1991) a eugenia foi um movimento sociocientífico baseado em uma suposta nova compreensão das leis da hereditariedade humana, que propunha o aprimoramento constante das raças nacionais, seja incentivando os indivíduos “aptos” a se reproduzirem, seja impedindo a reprodução dos “inaptos”. Nesse sentido, o Movimento Eugênico tem grande potencial para discussões sobre HFC, já que sua história representa um exemplo privilegiado das interconexões entre ciência, tecnologia e sociedade, na qual uma diversidade de preconceitos raciais, étnicos e de gênero se materializam em concepções e práticas científicas (Neto, 2021).

No que se refere às relações entre eugenia e educação em ciências, Teixeira e Silva (2017) indicam que, entre 1964 e 2014, em periódicos brasileiros e estrangeiros, foram poucas as publicações na área, sendo encontrados somente 20 artigos em 50 anos de publicações pesquisadas. Em grande parte deles, a relação entre eugenia e nazismo foi a mais abordada e exemplos em países da América Latina não foram encontrados. A partir dessa constatação, propusemos uma atividade pedagógica que visava discutir o tema à luz de um periódico brasileiro da década de 1930, o Boletim de Eugenia.

O Boletim de Eugenia foi a principal revista de divulgação do pensamento eugênico no Brasil. Publicada entre os anos de 1929 e 1933, sob direção do médico Renato Kehl, tinha como objetivo “[...] auxiliar a campanha em prol da Eugenia” (Kehl, 1929 p. 1). Em 1930, o autor organizou um “Inquérito sobre Educação Sexual”, cujas respostas foram publicadas no volume 24 da edição. Para alguns eugenistas, a educação sexual era uma ferramenta potente para evitar a degeneração da espécie humana, sendo que outras propostas do movimento eram a esterilização, aborto eugênico ou extermínio. Renato Kehl<sup>2</sup> e Paulina Luisi<sup>3</sup> têm seus posicionamentos publicados no documento, sendo a resposta de Renato uma cópia do texto que ele havia apresentado em 1928, no 1º Congresso de Educação, em Curitiba, e a resposta de Paulina uma tradução de um de seus textos mais famosos, apresentado no ano de 1923, no Congresso Internacional de Higiene, em Paris.

---

<sup>2</sup> Renato Kehl (1889-1974) nasceu em Limeira, interior de São Paulo. Cresceu em uma família católica, cujos valores sociais emergiram da classe média paulista da passagem do século XIX para o XX (SOUZA, 2019). Graduiu-se em farmácia, mas optou por seguir carreira em medicina. Foi um dos fundadores da Sociedade Eugênica de São Paulo, em 1918, e um dos organizadores do Congresso Brasileiro de Eugenia, que ocorreu em 1929.

<sup>3</sup> Paulina Luisi (1875-1950) nasceu na Argentina e com poucos anos de vida se mudou com sua família para o Uruguai. Formou-se em medicina em 1908 e foi a primeira mulher uruguaia a ter diploma universitário (SAPRIZA, 2011). Foi uma das fundadoras do *Partido Socialista del Uruguay* em 1907 e figura importante na constituição do movimento feminista daquele país: lutou pelos direitos de saúde, civis, políticos e educativos das mulheres. Em 1913, foi enviada à França para estudar higiene social e foi professora de *Higiene Social y Educación Profiláctica* na *Escuela Normal* de Montevideo. Em sua produção intelectual, mesclava tanto o feminismo de primeira onda, quanto a defesa da educação sexual e eugenia.

Por meio da comparação das respostas de Renato Kehl (Kehl, 1930a; Kehl, 1930b) e Paulina Luisi (Luisi, 1930) ao Inquérito sobre Educação Sexual, pensamos em algumas possibilidades de discussão no âmbito da HFC. Propusemos a leitura destes textos aos alunos para discussão em aulas da nossa disciplina, abordando o que o historiador Mark Adams (1990) estabeleceu como quatro grandes mitos sobre a compreensão da eugenia.

O primeiro é que a eugenia foi um movimento único, coerente e anglo-estadunidense, com um conjunto de objetivos e crenças comuns. Por ter se desenvolvido como movimento sociocientífico em mais de 30 países, ela acabou se transformando de acordo com contexto histórico, político e cultural encontrado (Adams, 1990). No Brasil, devido ao mito da democracia racial (Domingues, 2005), muitas pessoas têm a compreensão de que a eugenia não se consolidou como proposta de política científica no país. Porém, a partir de 1920, o branqueamento da população era previsto como resultado da imigração de europeus que eram estimulados a vir para o Brasil por políticas públicas eugênicas. Estudos sobre Educação das Relações Étnico Raciais (Verrangia & Silva, 2010) apontam a necessidade de ser retomada a história do povo brasileiro, com o intuito de corrigir tais visões equivocadas que ainda prevalecem nos processos educativos e impedem a consolidação de relações étnico-raciais mais igualitárias.

O segundo mito se refere à ideia de que a eugenia estava intrinsecamente ligada à genética mendeliana. Na América Latina, por exemplo, a eugenia foi também embasada no neolamarckismo (Stepan, 1991), que dava importância para o ambiente no qual os seres se desenvolvem e aceitava a transmissão de caracteres adquiridos. Foi com base nesses pressupostos que as políticas sanitaristas se proliferaram no Brasil, refletindo a influência de filiações teóricas nos processos de produção científica e suas implicações sociais. A partir desse mito, é possível também evidenciar a noção de que a "periferia" mundial também produz ciência, não somente reproduz o que foi "disseminado" a partir dos centros, mas constrói e elabora saberes localizados, que refletem as questões em voga em cada contexto.

O terceiro mito, por sua vez, é de que a eugenia seria uma pseudociência. Explicitar o movimento eugênico como científico (Stepan, 1991), demonstra como a relação entre as concepções políticas e sociais e a produção científica são intrínsecas. Essa concepção reflete em uma das visões distorcidas sobre ciência descritas há pouco: a visão socialmente neutra.

Neste mesmo sentido, o quarto e último mito se refere ao aspecto político da eugenia, que muitas vezes é vista como essencialmente "reacionária". Contudo, o movimento se aliou tanto a projetos reacionários e conservadores quanto a projetos comunistas, anarquistas, liberais e até a movimentos feministas (Adams, 1990), como é o caso de Paulina Luisi, uma feminista sufragista bastante reconhecida internacionalmente - o que demonstra claramente filiações políticas de movimentos científicos, ou seja, a ciência, longe de ser neutra, é explicitamente política.

### *2.1.2 História da Educação Sexual no Brasil*

A partir do estudo do Inquérito sobre Educação Sexual é possível também problematizar alguns aspectos da Educação Sexual no Brasil, como a ideia de que é um tema recente, essencialmente moderno, e que teria se desenvolvido a partir de 1980, com a epidemia de HIV (Ribeiro, 2009). O assunto já era tema de reflexão muito antes disso: Paulo Ribeiro (2009, p. 129) atesta que "[...] desde as primeiras décadas do século XX, médicos, educadores e até sacerdotes dedicaram-se ao estudo e difusão, nos meios acadêmico e leigo, de obras sobre sexualidade,

sexologia e educação sexual”. No entanto, é durante o terceiro momento da história da educação sexual no Brasil<sup>4</sup> que ocorre uma institucionalização dos saberes sexuais, na esteira das discussões sobre higienismo, sanitarismo e eugenia (Ribeiro, 2009; Bueno & Ribeiro, 2018).

De acordo com Diana Vidal (2002), desde 1920 o tema já aparecia como estratégia eugênica de aperfeiçoamento da raça. Segundo a mesma autora, é possível diferenciar os discursos no território brasileiro sobre a educação sexual ao longo da década de 1930 em dois grupos: laico e religioso. Enquanto o primeiro acreditava ser a escola (ensino coletivo - Estado) um espaço privilegiado para a educação da sexualidade, o segundo defendia a educação sexual apenas no lar (ensino individual - família).

As duas visões também podem ser verificadas nos posicionamentos antagônicos dos médicos que compõem o Inquérito sobre Educação Sexual: o primeiro mais relacionado à visão de Paulina Luisi e o segundo à de Renato Kehl, demonstrando que os cientistas têm perspectivas influenciadas pelo contexto histórico e social que vivenciam, uma questão importante quando discutimos sobre NdC.

Embora Stepan (1991) aponte que a Educação Sexual tenha sido umas das batalhas perdidas pelos eugenistas latinos, é importante compreender sua história e seus desenvolvimentos, uma vez que tais ideias influenciaram as outras fases da educação sexual no Brasil e em outros países da América Latina. Por este motivo e pelo fato de os professores de Biologia serem, muitas vezes, considerados os responsáveis pelo desenvolvimento do tema nas escolas brasileiras, a prática de ensino construída foi intitulada “Ciência, Educação e Sexualidade”. No próximo item, descrevemos o seu desenvolvimento.

### 3. DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA EDUCATIVA

A sequência didática foi iniciada através de uma atividade assíncrona, disponibilizada em um tópico específico do moodle da disciplina (figura 1). Nele, havia um texto introdutório que retomava o que foi estudado anteriormente e orientava para a atividade de leitura e escrita. A atividade tinha dois objetivos: um, de ensino, era proporcionar uma leitura da história da Biologia através de fontes primárias<sup>5</sup>; outro, de aprendizagem, seria o de conhecer a história da Biologia através de episódio menos "louvável" da Ciência, se contrapondo à “história dos vencedores”, tradicionalmente contada.

---

<sup>4</sup> Em Bueno e Ribeiro (2018) podemos encontrar uma periodização da História da Educação Sexual no Brasil em seis momentos. O primeiro momento está relacionado com o Brasil Colônia, o segundo ocorre no século XIX e se caracteriza pelo início da normatização do sexo pela moral médica, o terceiro ocorre nas primeiras décadas do século XX, especialmente a partir da década de 1920. A década de 1960 marca o quarto momento, onde a instabilidade política se mescla com o início da implementação de alguns programas de Educação Sexual. Em 1978, a abertura política assinala o quinto momento, enquanto o sexto momento acontece a partir de 1996 com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

<sup>5</sup> De acordo com Forato, Pietrocola & Martins (2011, p. 48) “Diversos autores relacionam os benefícios de se colocar o aluno em contato com os textos produzidos pelos próprios protagonistas das teorias da ciência. Vale a pena, entretanto, avaliar a replicabilidade de cada iniciativa aos diferentes contextos educacionais. A interpretação adequada de fontes primárias, compreendendo o contexto histórico de sua criação, não é elementar. Ao contrário. A metodologia para o estudo dos documentos históricos é um trabalho especializado, parte fundamental na formação de um profissional”. Desta forma, reiteramos que a leitura dos originais foi proposta acompanhada de uma discussão epistemológica e do contexto de produção deles, incluindo-se uma breve biografia dos autores.

# Tópico 1

## Ciência, Educação e Sexualidade

Vimos, no último encontro, que a Biologia é uma atividade de produção de conhecimento sobre o mundo. Ela é realizada por pessoas e, deste modo, pode ser considerada uma atividade social. Para os Estudos Culturais, toda atividade social é constituída a partir das relações estabelecidas pela Cultura e, nesse sentido, as ciências são vistas como atividades culturais também - e, por isso, influenciadas pela Cultura.

Por muito tempo, a Educação Sexual foi pensada nas escolas a partir dos conhecimentos construídos pelas Ciências Biomédicas e/ou Biomédicas. Algumas pessoas, acreditam que esse tema não deveria ser pauta escolar, mas sim, familiar. Outras creem, que não deveriam ser ensinadas em aulas Biologia ou Ciências, mas sim, de Sociologia. Há ainda quem pense que este tema deveria ser discutido individualmente, com o auxílio de psicólogos... e você? Como você acha que deveria ser?

Para subsidiar essa discussão, propomos que você:

- 1 - faça a leitura do 'Inquérito sobre Educação Sexual', texto onde diferentes autores teorizam sobre qual deveria ser o objetivo da educação sexual e como ela deveria ocorrer. O que te chama mais a atenção no texto? Há algo nele que lembra a educação sexual que você teve na escola?
- 2 - Responda a essas questões aqui, no **exercício 2**, até o dia **20/02**.
- 3 - Participe da webconferência do dia 24/02. Nela, com base nas respostas fornecidas por você, iremos debater sobre Educação Sexual e trazer outras informações sobre a história dela no Brasil.

**Figura 1** Organização do Moodle (parte 1). Fonte: os autores.

Os estudantes deveriam ler 5 páginas do Inquérito sobre Educação Sexual organizado por Renato Kehl e publicado em 1930 no periódico “Boletim de Eugenia”<sup>6</sup> (Kehl, 1930a; Kehl, 1930b; Luisi, 1930) e responder, de forma reflexiva, duas questões-guias: (1) O que mais te chamou a atenção no texto? E (2) o texto lembra algo na educação sexual que você recebeu na escola? Os textos que os alunos leram para construir suas respostas foram os de Renato Kehl e Paulina Luisi, cujos conteúdos se resumiam a responder a questões sobre como deveria ser a educação sexual: em que idade deveria iniciar a educação sexual? Quem deveria ser o responsável por ela? Pai, mãe, professores ou médicos? De que forma essa educação sexual deveria ocorrer? Deveria separar meninos e meninas? Qual seria o real objetivo da educação sexual? Os alunos deveriam enviar suas respostas reflexivas, um texto de no máximo uma página, pelo menos, quatro dias antes do primeiro encontro síncrono.

Essa atividade foi importante tanto para compreender melhor os conceitos prévios dos estudantes sobre o tema, quanto para verificar sua capacidade de interpretação e escrita. Foi nesses textos, tomados em conjunto, que o próximo momento didático foi baseado. Tínhamos como hipótese de trabalho que os alunos não iriam reparar muito na eugenia e que dariam maior ênfase à educação sexual, e foi exatamente o que ocorreu.

Dois estudantes mencionaram a palavra eugenia em seus textos e a maioria escreveu sobre outros temas que chamaram sua atenção, como o fato do Boletim lido ser do ano de 1930,

<sup>6</sup> Todas as edições deste periódico podem ser encontradas no site da Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional do Brasil: <http://hemerotecadigital.bn.br/acervo-digital/Boletim-de-Eugenia/159808>.

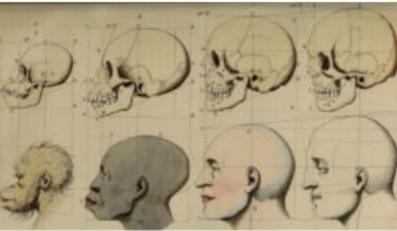
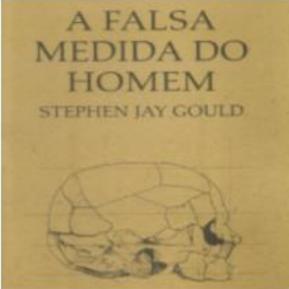
mas refletir muito do que é posto em prática hoje em educação sexual (muitos achavam que a educação sexual fosse um fenômeno bastante recente, que remontaria ao fim do século XX). Outros estudantes, por sua vez, usaram seu comentário reflexivo para defender a importância e necessidade da educação sexual, e alguns até concordaram parcial ou totalmente com trechos do Boletim.

Na semana seguinte, passamos à segunda parte de nossa sequência, um encontro síncrono, realizado através da plataforma Google Meet. Esse momento foi pensado com o objetivo de compreender a eugenia como movimento sociocientífico mundial com implicações políticas e sociais que perduram até hoje. Algumas questões guiaram a aula: A Eugenia é/foi uma ciência? Podemos ainda sentir suas influências nos dias atuais? A Educação Sexual, hoje hegemônica, lembra o que os eugenistas estavam discutindo no começo do século XX no Brasil? Compareceram às aulas cerca de 20 alunos por turma.

O conteúdo foi abordado através de uma sequência de slides. Essa aula foi dividida em dois momentos: o primeiro, mais expositivo, e o segundo, mais dialogado, visando a discussão em grupo, ambos com duração de 50 minutos cada. O conteúdo dos slides do primeiro momento pode ser resumido da seguinte maneira: o que é a eugenia (Stepan, 1991); eugenia pelo mundo; tipos de eugenia (positiva, negativa, preventiva); 4 mitos sobre a eugenia (Adams, 1990); o periódico Boletim de Eugenia; o inquérito sobre educação sexual; breve biografia de Renato Kehl e Paulina Luisi.

O segundo momento da aula começou com a apresentação da sistematização das respostas dos estudantes ao exercício de leitura e escrita da atividade assíncrona. A partir de tais respostas, emergiram quatro temas que, em nossa análise, precisavam ser mais aprofundados durante o encontro síncrono: a história da educação sexual e os momentos da educação sexual no Brasil (Bueno & Ribeiro, 2018); conceitos sobre educação sexual no texto lido; educação sexual eugênica; educação sexual na atualidade. Cada tema elencado foi exemplificado ou problematizado através das respostas dos alunos, sem revelar a identidade de quem as escreveu.

O encontro terminou com uma discussão mais aberta que girou em torno das experiências dos estudantes quanto à educação sexual - e não tanto sobre eugenia. A aula demonstrou a necessidade de se discutir mais o tema da educação sexual, sobre o qual os alunos queriam muito dialogar. Para o próximo encontro síncrono, que seria realizado na semana seguinte, solicitamos novamente atividades assíncronas, cuja redação pode ser verificada na figura 2 abaixo:

<p>Como a biologia está relacionada com o racismo e sexismo científico? Como esses preconceitos foram e são construídos e perpetuados pela ciência? Como o ensino de ciências e biologia pode tratar desses temas?</p> <p>Neste tópico buscamos destacar que a CIÊNCIA é uma atividade social e, portanto, fruto de interação entre pessoas, que também apresentam seus preconceitos e ideologias.</p>	 <p>Comparação de crânios entre primatas construída por cientistas do século XIX adeptos da Craniometria, ciência que buscava hierarquizar os seres humanos segundo o tamanho do crânio. Fonte: <a href="#">Jornal El País</a></p>
<p>Para darmos continuidade à discussão, propomos a leitura da introdução do livro 'A falsa medida do homem' do biólogo Stephen Jay Gould. Após a leitura, reflita: o que te chama mais a atenção no texto? Responda participando do fórum do exercício (3). Este comentário será novamente base para a construção do nosso encontro síncrono. Será a partir dele que guiaremos os debates da próxima aula síncrona, dia 03/03, às 16:20h.</p>	
<p>Por fim, se houver tempo e disponibilidade, vale a pena conhecer o texto complementar que propõe o desenvolvimento de algumas propostas didáticas usando a história do racismo científico e do conceito de raça em Ciências Biológicas. Vale também conferir o documentário chamado "Racismo Científico, Darwinismo Social e Eugenia" para maior aprofundamento no tema.</p>	<p>Documentário complementar: <a href="#">BBC- Racismo Científico, Darwinismo Social e Eugenia</a></p> <p>Leitura complementar: <a href="#">ARTEAGA, Juan Manuel Sánchez; SEPÚLVEDA, Cláudia; EL-HANI, Charbel Niño. Racismo científico, procesos de alterización y enseñanza de ciencias. Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación, v. 6, n. 12, p. 55-67, 2013</a></p>

**Figura 2** Organização do Moodle (parte 2). Fonte: as autoras.

Este segundo momento assíncrono, foi elaborado para proporcionar a escrita, troca e debate de conteúdos entre estudantes, além de apresentar um importante biólogo e historiador da Biologia. Os estudantes foram convidados a ler a introdução do livro “A falsa medida do homem” (Gould, 1999), responder duas questões e postá-las no fórum da disciplina, sendo que a orientação para a atividade foi descrita da seguinte maneira: escreva um comentário reflexivo a respeito de suas impressões sobre a introdução do livro ‘A falsa medida do homem’. Para auxiliar na construção de seu comentário, guie-se pelas seguintes perguntas: O que define a ciência para o autor? Como os preconceitos sociais se relacionam com o fazer científico?

O livro de Gould traça uma crítica histórica ao determinismo biológico e ao racismo científico, com um sobrevoo pela história das ciências naturais, passando pela craniometria e pela eugenia, até chegar aos testes de QI, os quais perduram até hoje. O autor demonstra que todos esses produtos científicos são exemplos de raciocínios deterministas, que se baseavam na premissa de que as normas comportamentais compartilhadas, diferenças sociais e econômicas entre grupos humanos só poderiam ser explicadas por diferenças na biologia. Além disso, Gould (1999) escreve sobre sua concepção de ciência, compreendida como atividade de cunho social: para ele, a ciência, longe de alcançar uma verdade absoluta, reflete os anseios e as questões de cada contexto histórico e social que a influenciam.

Nos textos elaborados pelos estudantes, pudemos identificar algumas visões distorcidas sobre ciência: *visão descontextualizada e socialmente neutra*; *visão rígida*; e a *visão acumulativa de crescimento linear*. Foi a partir desta análise que elaboramos o segundo encontro síncrono,

com os objetivos de identificar e discutir visões distorcidas de estudantes de Ciências Biológicas sobre ciência e conhecer a história da Biologia.

Este encontro também foi realizado através da plataforma Google Meet, tendo novamente um caráter mais expositivo no início e mais dialogado ao final. O momento expositivo, que durou cerca de 30 minutos, foi abordado através de slides e baseado em Nicoladeli (2017), podendo ser resumido da seguinte forma: racismo científico em Lineu (raças humanas representadas por meio de características físicas e morais), conde de Buffon (conceito de degeneração; povos não brancos e espécies latinoamericanas como degeneradas dos tipos europeus), Samuel George Morton (craniometria; inteligência diretamente relacionada ao tamanho crânio) e Charles Darwin (o conceito de seleção natural e sua utilização dentro do darwinismo social e movimento eugênico). O objetivo deste primeiro momento era demonstrar como personagens conhecidos da história das ciências da natureza também construíram e reproduziram o racismo científico.

Em seguida, apresentamos as sete visões distorcidas sobre ciência (Pérez et al., 2001) e, a partir delas, identificamos visões distorcidas nos textos publicados no fórum da disciplina. As visões distorcidas que mais apareceram nas respostas dos estudantes foram: *visão descontextualizada e socialmente neutra, visão rígida e visão acumulativa de crescimento linear*. Elas foram trabalhadas e discutidas em sala de aula, com os próprios alunos identificando tais visões em exemplos das discussões do fórum do Moodle.

Na tabela 1 abaixo, sintetizamos a organização da sequência desenvolvida:

**Tabela 1- Organização da Sequência Didática**

Ordem/Tempo	Atividade/Avaliação	Objetivo
[1] Primeiro Momento Assíncrono	Leitura do Inquérito Sobre Educação Sexual no Boletim de Eugenia (1930) - Comentário Reflexivo	<b>(Ensino)</b> proporcionar a leitura da história da biologia através de fontes primárias  <b>(Aprendizagem)</b> conhecer a história da Biologia, através de episódios menos "louváveis" da Ciência, contrapondo à "história dos vencedores"
[2] Primeiro Encontro Síncrono 18h30 - 20h PM	Aula Expositiva dialogada sobre Eugenia e Educação Sexual com base nos comentários reflexivos	<b>(Aprendizagem)</b> compreender a eugenia como movimento sociocientífico mundial com implicações políticas e sociais que perduram até hoje
[3] Segundo Momento Assíncrono	Leitura da introdução do livro A falsa medida do homem (2014) - Comentário no fórum e discussão entre alunos	<b>(Ensino)</b> proporcionar a escrita, troca e debate de conteúdos entre estudantes (pares)
[4] Segundo Encontro Síncrono 18h30 - 20h PM	Aula Expositiva dialogada sobre Visões distorcidas sobre Ciência com base na discussão do fórum	<b>(Ensino)</b> identificar e discutir visões distorcidas de ciência de estudantes de Ciências Biológicas  <b>(Aprendizagem)</b> conhecer a história da Biologia, através de episódios menos "louváveis" da Ciência, contrapondo à "história dos vencedores"

#### 4. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

O desenvolvimento da prática educativa apontou para a potencialidade do Boletim de Eugenia como recurso textual dentro de sequências didáticas para discussão sobre Eugenia. Aqui, utilizamos apenas um volume do Boletim, mas nele há uma diversidade de temas abordados, o que o torna uma fonte primária, de acesso livre, na qual se materializam as ideias e propostas sociocientíficas da época. Recentemente, Nivaldo Neto (2021) fez uma análise do Boletim de Eugenia e também apontou sua potencialidade para a educação científica, principalmente em temas que estejam relacionados com o racismo científico, eugenia, teorias raciais e teoria do branqueamento. Em consonância com uma educação antirracista, que pretende problematizar tanto a história do Brasil quanto a ciência racista, muitos dos textos do Boletim de Eugenia podem ser lançados como estratégia didática para tratar desses temas.

Apesar da limitação imposta pelo ensino remoto, é importante destacar que a maioria dos alunos realizou a leitura dos textos e construiu seus próprios textos, que posteriormente discutimos em grupo através de reunião virtual. Entretanto, verificamos que muitos dos alunos não se atentaram ao fato de que o primeiro deles se tratava de um Boletim de *Eugenia*. Durante o encontro síncrono, buscamos saber por que não haviam mencionado o termo, quando perguntamos sobre o que mais havia chamado a atenção. Alguns responderam que acreditavam que a palavra estava se referindo a outra coisa (não imaginavam o uso de um texto desta natureza no Ensino Superior); outros responderam que notaram, mas não focaram na eugenia em si, mas sim na *educação sexual*, tema que dava nome ao tópico. Talvez isso indique como os estudantes estão “treinados” para realizar atividades de ensino sem questioná-las, mesmo em se tratando de uma referência tão polêmica. Nesse sentido, consideramos necessário buscar um original mais voltado à eugenia, tema que efetivamente gostaríamos de discutir numa futura aplicação da prática.

Ainda sobre a educação sexual, verificamos que o que mais chamou a atenção dos alunos foi o fato de ser um tema mais antigo do que pensavam, corroborando Ribeiro (2009). Enfatizamos que os próprios estudantes apontaram a semelhança entre a educação sexual que tiveram na vida escolar e o que estava sendo apresentado no Boletim de Eugenia e, em alguns momentos, até gostaram das propostas de um periódico eugenista. Além disso, constatamos a falta de um espaço próprio para discutir sobre sexualidade no curso, assim como aponta Zanella (2018). Os estudantes queriam muito falar sobre esse tema, por isso, talvez, poucos notaram que se tratava de uma educação sexual com objetivo eugênico.

Os estudantes ficaram surpresos com os vários exemplos de racismo científico expostos na aula síncrona, o que deixa nítido um desconhecimento da história da biologia e aponta para a necessidade de sua discussão na formação de biólogos e biólogas. Com relação aos mitos sobre eugenia, durante sua apresentação às turmas, buscamos evidenciar certas visões consensuais sobre Ciência, como por exemplo, a sua não neutralidade, o seu caráter explicitamente político e influenciado pelo contexto histórico. Mesmo após esta discussão, as visões de ciência distorcidas identificadas nas respostas ao exercício sobre o texto de Gould (1999) foram: *visão descontextualizada e socialmente neutra*, *visão rígida* e a *visão acumulativa de crescimento linear*. Dessa forma, retomamos tais visões a partir dos textos dos estudantes para discuti-las novamente, o que não garantiu a construção de uma visão crítica da NdC. Lembramos que, muitas vezes, a formação de cientistas não se preocupa em discutir como a ciência é construída, ou mesmo suas histórias, atendo-se a “uma iniciação relativamente dogmática a uma tradição

preestabelecida de resolver problemas, para a qual o estudante não é convidado e não está preparado para apreciar” (Kuhn, 2012, p. 28). Assim, destacamos ser necessário muito mais do que uma sequência didática se buscamos uma educação científica comprometida com uma visão mais próxima dos processos de produção da ciência.

Nessa sequência didática, utilizamos uma concepção consensual de NdC (Moura, 2014) principalmente a partir das visões distorcidas sobre ciência (Pérez et al., 2001). Contudo, existe a possibilidade da utilização de outras concepções e estratégias dentro do campo da NdC, como a concepção de semelhança familiar (Dagher & Erduran, 2016), que não se baseia em uma lista que representaria como a ciência é ou não, mas sim propõe compreender a ciência na relação entre dois sistemas: o sistema cognitivo-epistêmico e o sistema social-institucional, que colocam à mesa outros temas para discussão que geralmente não são abordados pela visão consensual, evidenciando questões tanto internas quanto externas à ciência. Esta pode constituir a construção de uma nova prática, com vistas a problematizar as visões de ciência de estudantes de Ciências da Natureza.

Por fim, verificamos que a discussão de HFC através da eugenia no Brasil, a partir de originais de cientistas da América Latina, possibilitou uma série de reflexões sobre a importância do estudo da NdC na formação de biólogos, sejam estes futuros professores, pesquisadores ou técnicos. A partir desta prática educativa, verificamos concepções de estudantes do curso; discutimos essas concepções com os alunos, buscando uma compreensão de ciência humanizada; e abordamos um episódio bastante excluído da formação em Ciências Biológicas, exatamente por ser exemplo de como a ciência não deveria ser, mas foi. Através da sequência didática, evidenciamos que muitos estudantes chegam à universidade com visões distorcidas sobre ciência e que estas perduram conforme se avança no curso. Também foi possível verificar que poucos possuem conhecimento sobre história da Eugenia e consideram o tema “já ultrapassado” no âmbito das Ciências Biológicas.

Dessa forma, argumentamos que o estudo da história dos conhecimentos científicos deve se dar de maneira concomitante aos próprios conteúdos científicos, para formar professores e cientistas que compreendam a construção e a educação científica como atividades políticas e que possam contribuir para a formação de uma sociedade mais informada, democrática e participativa nos processos de tomada de decisão que envolvam a ciência.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 - através de: bolsa Professora Visitante Junior subprojeto Repositório de Práticas Interculturais/PPGECT/UFSC/PRINT (Mariana Brasil Ramos); e bolsa de Mestrado CAPES/PROEX no PPGECT/UFSC (Angelo Tenfen Nicoladeli).

## REFERÊNCIAS

- Adams, M. B. Toward a Comparative History (1990). In Adams, M. B. (Org.), *The Wellborn Science: Eugenics in Germany, France, Brazil, and Russia*. (pp. 217-231). Oxford University Press, New York.
- Batista, R. F. M., & Silva, C. C. (2018). A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados*, 32(94), 97-110. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0008>
- Bueno, R.C.P., & Ribeiro, P.R.M. (2018). História da Educação Sexual no Brasil: Apontamentos para reflexão. *Revista Brasileira de Sexualidade Humana*, 29(1), 49-56. <https://doi.org/10.35919/rbsh.v29i1.41>
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. *Science & Education*, 25(1-2), 147-164. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8>
- Domingues, P. (2005). O mito da democracia racial e a mestiçagem no Brasil (1889-1930). *Diálogos Latinoamericanos*, 6(10), 1-16. <https://tidsskrift.dk/dialogos/article/view/113653>
- Fonseca, E. M., & Duso, L. (2020). A discussão do movimento antivacina para uma formação crítica: implicações no ensino de ciências através das controvérsias sociocientíficas. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 9(1), 1-12. <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3972>
- Forato, T. C., Pietrocola, M., & Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27>
- Gould, S. J. (1999). *A falsa medida do homem*. Martins Fontes, São Paulo.
- Hall, S. (1997). A centralidade da cultura: notas sobre as revoluções culturais do nosso tempo. *Educação & Realidade*, 22(2), 15-46. <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/71361/40514>
- Kehl, R. (1929). O Nosso Boletim: Instituto Brasileiro de Eugenia. *Boletim de Eugenia*. 1(1), 1-1. [http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808\\_1929\\_00001.pdf](http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808_1929_00001.pdf)
- Kehl, R. (1930a) Algumas Palavras. *Boletim de Eugenia*. 2(24), 1-1. [http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808\\_1930\\_00024.pdf](http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808_1930_00024.pdf)
- Kehl, R. (1930b). O Problema da Educação Sexual. *Boletim de Eugenia*. 2(24), 1-3. [http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808\\_1930\\_00024.pdf](http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808_1930_00024.pdf)
- Kuhn, T. (2012). *A Função do Dogma na Investigação Científica* (1ª ed.). Barra, E. S. O (Org.), Deus, J. D. de (Trad.). UFPR/SCHLA, Curitiba. (Trabalho original publicado em 1963)
- Luisi, P. (1930). Educação Sexual. *Boletim de Eugenia*. 2(24), 3-5. [http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808\\_1930\\_00024.pdf](http://memoria.bn.br/pdf/159808/per159808_1930_00024.pdf)
- Martins, R. A. (2006). Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In Silva, C. C. (Org.), *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. (pp. XXI-XXXIV) Editora Livraria da Física, São Paulo.
- Matthews, M. R. (1992). History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. *Science & Education*, 1(1), 11-47. <https://doi.org/10.1007/BF00430208>
- Milanez, F. (2020). *Fundamentos de Ecologia*. Faculdade de Direito, Superintendência de Educação a Distância, UFBA, Salvador. [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/568268/2/eBook\\_Fundamentos%20de%20Ecologia.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/568268/2/eBook_Fundamentos%20de%20Ecologia.pdf)
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46. [https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID\\_ARQUIVO=1932](https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1932)
- Moura, B. A., & Silva, C. C. (2018). Critical and Transformative Teachers: A Rationale for History and Philosophy of Science in Teacher Education. In Prestes M., & Silva C. (eds.), *Teaching Science with Context*. (pp. 3-13). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-74036-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-74036-2_1)
- Nicoladeli, A. T. (2017, 3 de julho). A história de como a biologia justificou o racismo. PET Biologia UFSC, *Blog do Projeto de Divulgação Científica Sporum*.

[https://www.researchgate.net/publication/353851826\\_A\\_historia\\_de\\_como\\_a\\_biologia\\_justificou\\_o\\_racismo\\_Texto\\_de\\_Divulgacao\\_Cientifica](https://www.researchgate.net/publication/353851826_A_historia_de_como_a_biologia_justificou_o_racismo_Texto_de_Divulgacao_Cientifica)

- Neto, N. A. L. (2021). Divulgação e Educação Científica Racista no Boletim de Eugenia (1929–1933): Uma Análise Crítica com Vistas a Contribuir para uma Educação em Ciências Contemporânea. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e24750, 1-31. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u351381>
- Pereira, A. I., & Amador, F. (2007). A história da ciência em manuais escolares de ciências da natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 191-216. [http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12\\_Vol6\\_N1.pdf](http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N1.pdf)
- Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação* (Bauru), 7(2), 125-153. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>
- Ribeiro, P. R. M. (2009). A institucionalização dos saberes acerca da sexualidade humana e da educação sexual no Brasil. In Figueiró, M. N. D. (Org.), *Educação sexual: múltiplos temas, compromissos comuns*, (pp. 129-140). UEL, Londrina.
- Santos, L. H. (2020). A Biologia tem uma história que não é natural. In Costa, M. V. (Org.), *Estudos Culturais em educação: mídia, arquitetura, brinquedo, biologia, literatura, cinema...* Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Sapriza, G. (2011). Ciencia, política y reforma social: esperanzas y conflictos de la primera médica del Uruguay, Paulina Luisi (1875–1950). In Jacinto, L., & Scarzanella, E. (Eds.), *Género y ciencia en América Latina: mujeres en la academia y en la clínica* (siglos XIX–XXI), (pp. 53-76). AHILA, Madrid.
- Schmitt, M. D., & Silvério, L. E. R. (2019). A escolha pela licenciatura em cursos com área básica de ingresso (ABI): o caso de ciências biológicas da UFSC. *Revista Formação Docente*, 11(21), 105-120. <https://revformacaodocente.com.br/index.php/rbfpf/article/view/216/205>
- Souza, V. S. (2019). *Renato Kehl e a eugenia no Brasil: ciência, raça e nação no período entreguerras*. Unicentro, Paraná.
- Stepan, N. L. (1991). *"The hour of eugenics": race, gender, and nation in Latin America*. Cornell University Press. <https://doi.org/10.7591/9781501702266>
- Teixeira, I. M., & Silva, E. P. (2017). EUGENIA E ENSINO DE GENÉTICA: DO QUE SE TRATA? *Revista Ciências & Ideias*, 8(1), 63-85. <http://dx.doi.org/10.22407/2176-1477.2017v8i1.551>
- Verrangia, D., & Silva, P. B. G. (2010). Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de ciências. *Educação e Pesquisa* [online], 36(3), 705-718. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022010000300004>
- Vidal, D. G. (2002). Educação sexual: produção de identidades de gênero na década de 1930. In De Souza, C. P. (Org.), *História da Educação. Processos, práticas e saberes*, (pp. 53-74). Escrituras, São Paulo.
- Zanella, L. (2018). *Entre Silêncios e Resistências: sentidos sobre gênero e sexualidade nas Licenciaturas em Ciências Biológicas*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica]. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/194189/PECT0363-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

*Section 2: Practices in Science, Mathematics and Technology Education*  
*Secção 2: Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*

## UNCOVERING ETHNOMATHEMATICS IN CULTURAL ARTEFACTS THROUGH CULTURAL PROJECT-BASED LEARNING APPROACH

DESCOBRINDO A ETNOMATEMÁTICA EM ARTEFATOS CULTURAIS ATRAVÉS DA ABORDAGEM  
DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS CULTURAIS

DESCUBRIENDO LA ETNOMATEMÁTICA EN ARTEFACTOS CULTURALES A TRAVÉS DE UN  
ENFOQUE DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CULTURALES

**Jaya Bishnu Pradhan<sup>1</sup> & Daniel Clark Orey<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahendra Ratna Campus, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal

<sup>2</sup>Universidade Federal de Ouro Preto, MG; Brazil  
oreydc@gmail.com

**ABSTRACT** | Cultural Project Based Learning (CPBL) approach is a child-centered teaching and learning method based on the students' cultural activities and experiences. CPBL supports learning by engaging students in an investigation of a topic in their cultural setting. The ethnographic methodology was used to collect the data. Four mathematics teachers and thirty-two students from grade six to ten participated in the study. Students were provided a rich environment to explore mathematical ideas embedded in cultural artefacts observed in an out-of-school environment. The embedded mathematical ideas in cultural artefacts provide students to develop mathematical ideas beyond the four walls of the classroom. Both teachers and students reported that the CPBL approach provides an opportunity to explore mathematical ideas in a cultural setting and helps them to develop mathematical ideas.

**KEYWORDS:** CPBL approach, Cultural artefacts, Ethnography, Ethnomathematics, Mathematical ideas.

**RESUMO** | A abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos Culturais (CPBL) é um método de ensino e aprendizagem centrado na criança, baseado nas atividades e experiências culturais dos alunos. O CPBL apoia a aprendizagem ao envolver os alunos em uma investigação de um tópico em seu ambiente cultural. A metodologia etnográfica foi utilizada para a coleta de dados. Os quatro professores de matemática e trinta e dois alunos do sexto ao décimo ano participaram do estudo. Os alunos receberam um ambiente rico para explorar ideias matemáticas incorporadas em artefatos culturais observados no ambiente fora da escola. As ideias matemáticas incorporadas em artefatos culturais permitem que os alunos desenvolvam ideias matemáticas além das quatro paredes da sala de aula. Tanto professores como alunos relataram que a abordagem CPBL oferece uma oportunidade de explorar ideias matemáticas em um ambiente cultural e os ajuda a desenvolver ideias matemáticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abordagem CPBL, Artefatos culturais, Etnografia, Etnomatemática, Ideias matemáticas.

**RESUMEN** | El aprendizaje basado en proyectos culturales (CPBL) es un método de enseñanza y aprendizaje centrado en el niño basado en las actividades y experiencias culturales de los estudiantes. CPBL apoya el aprendizaje al involucrar a los estudiantes en la investigación de un tema en su entorno cultural. Se utilizó metodología etnográfica para la recolección de datos. Los cuatro maestros de matemáticas y treinta y dos estudiantes de sexto a décimo grado participaron en el estudio. Los estudiantes recibieron un entorno rico para explorar ideas matemáticas incorporadas en artefactos culturales observados en el entorno fuera de la escuela. Las ideas matemáticas incrustadas en artefactos culturales permiten a los estudiantes desarrollar ideas matemáticas más allá de las cuatro paredes del aula. Tanto los profesores como los estudiantes informaron que un enfoque CPBL ofrece la oportunidad de explorar ideas matemáticas en un entorno cultural y les ayuda a desarrollar ideas matemáticas.

**PALABRAS CLAVE:** Enfoque CPBL, Artefactos culturales, Etnografía, Etnomatemáticas, Ideas matemáticas.

## 1. CULTURAL PROJECT-BASED LEARNING

There are at least two methods of teaching and learning in mathematics: that of the teacher-centered and the student-centered. One of the students centered methods is the Cultural Project Based Learning (CPBL) approach. CPBL approach is based on John Dewey's philosophy of pragmatism. Pragmatism is an educational philosophy, which focuses on real-world applications of lessons, and experiential learning, which involves learning through experience, not through simple ideas. More precisely, experiential learning is a process through which student engagement of in their cultural environment is front and centered, and focuses on creating a mindfulness, by the observation of their own cultural environment and experience that encourages them to generate new knowledge. In other words, it is based on the philosophy of learning by doing.

Project-based learning focuses on doing something to learn about something. So, it is an action-oriented method. There are many definitions of project-based learning. According to Moursund (2016), project-based learning is a systematic teaching method that engages children to learn and develop skills through an extended inquiry process structured around complex, authentic questions and carefully designed projects and tasks. The CPBL approach is a child-centered approach in which learners are provided an opportunity to learn from their cultural environment. A CPBL approach allows learners to integrate and explain the information collected from their culture based on their experience and everyday activities in order to enhance their learning. Regarding the ethnomathematical approach, Rosa and Orey (2015) argue that it helps to make mathematics more relevant to students because every culture is assumed to have mathematical responses to everyday problems, and these offer valid content for the development of mathematics lessons. Thus, the CPBL approach is the perfect catalyst to conceive mathematics as a cultural product and mediates to understand formal mathematics with the mathematical ideas and knowledge elaborated by different groups of people. The CPBL approach focuses on engagement of students in their own cultural environment that helps them to learn in a naturalistic way, exploring a subject at their own pace, interest and ambitions (Stanley, 2012). The CPBL approach is an important method to connect out-of-school context in the process of teaching and learning of formal mathematics. Projects help students to understand how much (mathematics) they can learn outside of school. The main theme of the CPBL approach is that mathematics can be taught beyond the boundaries of the four walls of the classroom. It provides an opportunity to learn by interacting with in their own cultural environment.

The study of cultural artefacts and the ethnomathematical ideas embedded in them are important sources for mathematics teaching and learning (Pradhan, 2021). Students' experiences and everyday practice in their cultural context scaffold to connect what the students know to the new mathematical concepts. Regarding this, Bonotto (2007) stated that "the connection between real-world and classroom mathematics is not easy because the two contexts differ significantly" (p. 187). However, mathematics teaching and learning would be more interesting and effective if the appropriate connection is made between out-of-school context to school mathematics. The connection with the students' everyday activities and experiences seems to be appropriate to understand school mathematics. Gay and Cole (1967) assumed the need for incorporation of what we now refer to as

“ethnomathematical” ideas of indigenous students in achieving better results. It is considered that the inclusion of ethnomathematical perspectives in school mathematics values students' cultural backgrounds and experiences. The observation of mathematical ideas embedded in different cultural artefacts in the surrounding of students' cultural context would motivate students to understand that mathematics has relevance to their lives even outside the classroom (Adam, 2004). Furthermore, Rosa and Orey (2013) mentioned that culturally relevant approaches empower students' cultural experiences as a vehicle to make mathematics learning meaningful, as well as providing students with insights towards mathematical knowledge as embedded in their own sociocultural contexts.

Ethnomathematics has emerged as a strong pedagogical program that enhances teaching and learning mathematics in school and adult education curriculum. Ethnomathematical approaches are intended to make school mathematics more relevant and meaningful to students in order to promote the overall quality of education (Rosa & Orey, 2015). Thus, ethnomathematics is a pedagogical action which connects students' everyday experiences and practices to school mathematics. In the Nepalese context, ethnomathematics has been considered as the area of research of diverse mathematical ideas by indigenous peoples. Now, the ethnomathematical ideas of different groups of people and mathematical concepts practiced in the out-of-school context has become part of teaching and learning. Teachers now are trying to connect their cultural and local ways of teaching practices with curricular activities (Pradhan, Sharma & Sharma, 2021). This is consistent with D'Ambrosio's (1990) view about ethnomathematics as a research program guiding educational and pedagogical practices.

The field observation of the cultural context of the learners provides an opportunity to learn mathematical ideas embedded in the out-of-school context. Students construct mathematical knowledge with the help of their prior knowledge, experience, and active participation in their environmental activities. The cultural activities of the children involved many implicit mathematical ideas. However, formal academic-school mathematics curriculum and teacher training in a Nepalese context largely ignore the learners' cultural activities and their ethnomathematical ideas (Pradhan, 2017, Ezeif, 2002). Rosa and Gavarrete (2017) also argues the similar views that children's ethnomathematical knowledge and learning approaches are not taken into consideration in the formal school mathematics curricula. Mathematical ideas embedded in cultural artefacts and students' experiences should be blended with formal mathematics in the classrooms. The CPBL approach in mathematics focuses on the engagement of students in their cultural setting to explore knowledge in their own ways. In this paper, we intend to achieve the following objectives:

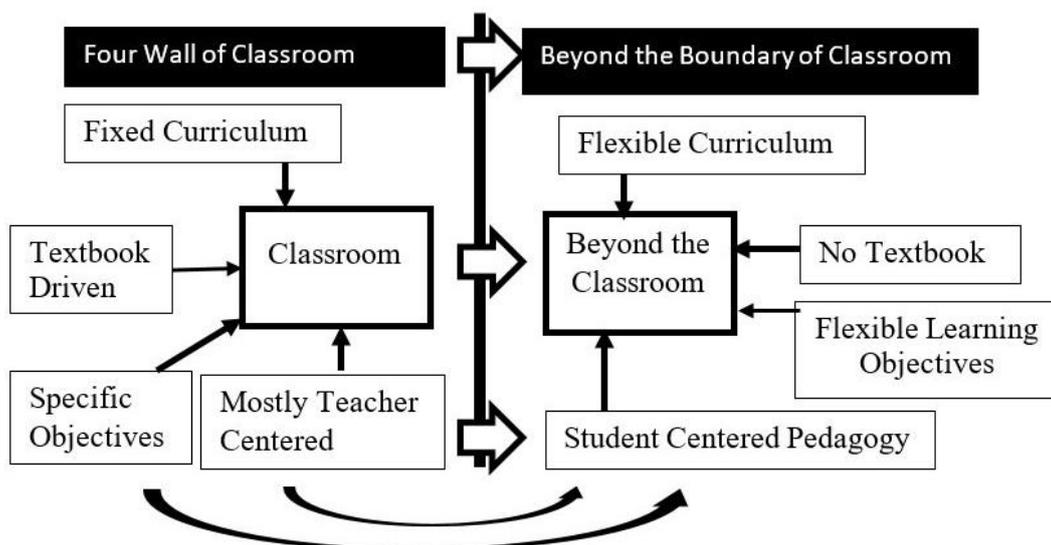
- examine the contribution of the CPBL approach in mathematics instruction.
- assess the perception of students on the use of CPBL approach in learning mathematics.

## **2. FRAMEWORK FOR CPBL**

In Nepal, it is now well understood that each student brings a unique set of knowledge, skills, and experiences to a new learning situation. Various research identified that the cultural artefacts and embedded ethnomathematical ideas are familiar, concrete and known to learners to develop formal mathematical ideas and knowledge (Pradhan,

2019). Paulo Freire (1970) suggested that “Children’s cultural capital, the knowledge children bring to school from their home and cultural environment, should be welcomed and utilized in school for teaching and knowledge building process” (as cited in Stringer, Christensen & Baldwin, 2010, p. 24). In this way, students’ out-of-school knowledge embedded in different cultural artefacts is celebrated and utilized as a pedagogical tool in the construction of mathematical meaning.

Constructivism is a widely supported educational theory that rests on the idea that students create their own knowledge in the context of their own experiences (Fosnot, 1996). It focuses on students being actively engaged in doing rather than passively engaged in receiving knowledge. The development of knowledge construction ability of students requires apprenticeship into culturally specific cognitive and social practices. The cognitive development of a child's increasing mastery over the culturally determined developmental tasks imposed by social agents. Vygotsky (1978) argued that an understanding of how knowledge develops requires an understanding of the social and historical origins of knowledge and changes in that knowledge. Throughout their lives, learners are surrounded by parents, siblings, relatives, friends, teachers, and fellow students. They communicate with one another, stimulate one another. Parents and teachers are more knowledgeable and skilled than learners. Under this framework, it is argued that the learners are actively engaged in the activity based on their interest, constructive investigation and collaborative learning. Learners acquire knowledge about their culture and history from their encounters with adults, and peers. This cultural knowledge includes shared beliefs, ways of viewing the world, patterns of interacting with people and language (Borich & Tombari, 1997). The difference between a child's individual performance and that child's performance when guided by experts is metaphorically described by Vygotsky's Zone of Proximal Development (ZPD).



**Figure 1** Framework for Cultural Project Based Learning in Mathematics

The framework developed in this study shows how cultural artefacts and ethnomathematical ideas observed in the out-of-school context of children can be a mediated tool to construct mathematical meaning. By this framework, it is assumed that children learn and practice mathematical ideas and concepts differently in two distinct worlds: Classroom and beyond the four walls of the classroom. The objectives of learning

mathematics have different purposes for the classroom and beyond the boundary of the classroom. Generally, children learn mathematics in a classroom for getting pass marks or good marks in the examination, but mathematical ideas have been practiced implicitly in out-of-school context in order to pursue their daily living. Even the teacher teaching pedagogy is mostly a guided model of the examination.

Our argument in this study is that the cultural context of children in Nepal, is a rich environment that can generate and distribute mathematical knowledge. This point of view highlights that cultural artefacts are good sources for the organization of a series of mathematical concepts and knowledge. If we seriously observe cultural artefacts found in the out-of-school environment, learners can unfold various mathematical ideas and knowledge hidden in cultural artefacts. In this framework, children are not bounded in fixed curricular objectives and problems given in the textbook. They are engaged in real-world problems embedded in the out-of-school environment. The major arguments for using CPBL is that it enhances motivation and fosters cognitive engagement of learners. This framework argues that if students are motivated and cognitively engaged, they will learn more and remember it better, as compared to learning through didactic instruction. Our objective in this framework is to move a pedagogical action from a conventional to a project-based approach. And the argument of this approach enhances the teaching and learning of mathematical concepts and ideas in meaningful and effective ways.

### **3. METHODS AND PROCEDURES FOR CPBL**

This study was intended to explore the mathematical ideas embedded in cultural artefacts and perception of students on the use of ethnomathematical approach in the teaching and learning of school mathematics. The ethnomathematical approach focuses on the use of the socio-cultural context of the students in order to assist them to foster mathematical ideas. To carry out our research objectives, we resolutely situated ourselves as qualitative researchers. Choosing the most appropriate methodology, the reflective process led us to select ethnography. We chose ethnography as the methodology because it looks for various mathematical ideas found in cultural artefacts constructed by the group of people as a socio-cultural process (Taylor & Bogdan, 1998). Ethnography can be a primary methodology for collecting empirical data from the field regarding the mathematical ideas, knowledge, and practices in different cultural contexts. We use ethnographic tools to describe, interpret, and reveal the meaning of cultural activities regarding ethnomathematical ideas embedded in cultural artefacts. While conducting this research, we continuously address questions of interest involving mathematical ideas embedded in the process of constructing cultural artefacts and its use in teaching and learning school mathematics.

**3.1 Selection of Study Location:** Before selecting the study location, we visited some temples with one of our research assistants and considered the possibilities for incorporating these into mathematics lessons. Among various locations, the historic temple, the Old Guheshwory, includes a number of monuments and artefacts in and around the temple. Ultimately, we decided on the Old Guheshwory temple situated near to the school at Tarakeshwor Municipality of Kathmandu District as the study location.

**3.2 Selection of Student Participants:** The selection of student participants from each grade level was somewhat difficult because of the enthusiasm for participation in the field visit.

The objective of this study was intended to examine the effectiveness of the CPBL approach at the basic level of mathematics education; we are interested to select the students from that level only. But the teacher participants and headteacher as well suggested that we take students from the secondary level as well. It was also felt that the inclusion of secondary students in the group would provide better opportunities for collaborative learning. So, we decided to select thirty-two students from grade six to ten randomly. Out of them, we selected eight students from each grade of 6 to 8 and 4 students from grade 9 and 10 each.

**3.3 Student Awareness Program:** Before visiting the study area, the researchers presented the possibilities for mathematical ideas embedded in and around the temple and encouraged student participants to explore them. We had designed the Student Awareness Program (SAP) with the aim to encourage them to connect real-life situations and school mathematics. The SAP was conducted before going to field visits and lasted about one hour. Again, the thirty-two students were selected randomly from five different grades and four mathematics teachers participated for this program.

**3.4 Study Tools and Materials:** Students were encouraged to explore the geometrical, algebraic and arithmetical ideas with the measurement of different parts and observation of the surrounding of the temple. They were provided measuring tape, paper, pencil and other instruments that they used to explore and verify the different geometrical properties. Students were also requested to write their feelings and perceptions of field visits with respect to the mathematical ideas learned and the ways of gaining knowledge through the CPBL approach.

**3.5 Formation of Collaborative Groups:** Thirty-two students were selected for the CPBL approach. These students were divided into four different groups. Each group included 8 members from five different grades: 2 students each from grades 6 to 8 and one each from 9 and 10. The group thus formed would be heterogeneous and provide an opportunity for collaborative learning. Four teachers were assigned to facilitate each group.



*Figure 2 Teacher Assign the Task to his Group, Source: Pradhan (2019)*

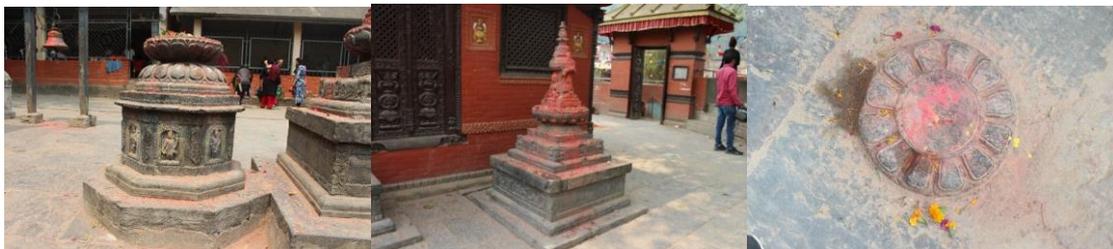
**3.6 Lesson Design and Task Assignment:** After reaching the study location, the students were first provided a common task. All the students were requested to observe the temple

and its surroundings and note down the geometrical objects and probable mathematical concepts they could identify. For the CPBL approach, the teacher develops the framework for learning in which the teacher's role is to monitor and provide feedback when the CPBL approach is undertaken. We along with the teachers had to identify the tasks for the four groups of students after viewing the scenario in the temple premises. Finally, four major open-ended tasks were identified. These tasks were: to identify the center of the circle, to identify the type of quadrilateral by measuring its sides, to explore the concept of symmetry and identify the axis of reflection. Then the designed tasks were given one to each group.

**3.7 Data Management:** This study was based on primary data collected through the observation of cultural artefacts and monuments, interviews with teachers and students, Focus Group Discussion (FGD) of teachers and students separately. We reviewed all the data gathered from the multiple sources (Creswell, 2014) and then organized them into categories or themes that cut across all of the data sources. After observing the data, we linked them with many possible theories to interpret them. We triangulated the data, and the theoretical closures and gave meaning to my findings. We ensured anonymity and confidentiality to all research participants and briefed them on how the data were going to be used and protected.

#### 4. UNCOVERING MATHEMATICAL IDEAS THROUGH CPBL

Mathematics is a pan-cultural phenomenon. Every culture possesses some sort of mathematics. A group of people practices their own mathematics to perform their everyday activities. The mathematics they used and the mathematical ideas and thinking they developed helped them to sustain their lives. However, the mathematics practice in the cultural setting is different from the mathematics practices in school. The ways of teaching and learning mathematics in two different settings are quite different. Indigenous people developed unique ways of counting, measuring, and designing use in their real-life contexts such as the measurement used in the construction of different cultural artefacts (Sharma & Orey, 2017). So, the knowledge generation and distribution in the out-of-school environments and contexts are obvious in traditional and historic Nepalese architecture. The mathematical ideas concerning Pythagorean triples are very common to masons' work (Pradhan, 2019), they have used the concepts of right-angled triangle, rectangle, and its axioms to solve problems faced in everyday activities tacitly. The cultural group of people uses and practice mathematics to perform their activities from generation to generation in a craft-model approach.



**Figure 3** Sources of Geometrical Objects in the Surrounding of Temple, Source: Pradhan (2019)

Cultural artefacts found in Nepal, are rich sources of mathematical concepts. Many mathematical ideas and concepts can be investigated of the practices developed, used and presented in the cultural artefacts through ethnomathematical approaches. It is the study of mathematical ideas and procedures elaborated by members of distinct cultural groups in order to perform everyday situations (Rosa & Orey, 2010) that became obvious to participants in this activity.

In this context, D'Ambrosio's (1993) approach is broader in concepts, ideas, and objectives, as it considers mathematical modeling as a methodology that may be used as a tool in the ethnomathematics program. In doing so, after we reached the temple premises, we let the students observe the temple, monuments and its surroundings. We asked the participant students to note down the geometrical objects and the probable mathematical concept that they could identify in and around the temple. After some time of observation, each group was requested to present their observations and findings. Each group involved in the common task presented their findings. The common observation made by the students were the 2D shapes of the objects like triangle, square, quadrilateral, circle, oval, octagon, trapezium, parallelogram and rectangle embedded in the cultural artefacts. They also observed 3D shapes like a hemisphere, cone, frustum, sphere, cube, cuboid, cylinder, prism and pyramid. They sorted out the concepts of concentric circles, transformation, reflection, rotation, symmetry, pattern, and tessellations.

Each artefact was so precisely constructed for getting the beautiful designs in the artefacts. There was an artefact (*Chiba*) with the cuboid overlapped by other cuboids but of smaller size continuing till the top point was formed. It gave a shape like that of a pyramid. Also, there was an artefact, the mandala of *Dharmadhatu*, with an octagon shape satisfying every property to be a regular octagon. Concepts of concentric circles used to form such impressive artefacts also give us a hint on how mathematical ideas were created and used at that time being far from today's context. The consistency and homogeneity are found in the construction of cultural artefacts. Therefore, we can see that the people used implicit mathematical ideas in such creations.

As well, the students explored mathematical ideas embedded in different artefacts inside the temple premises. We observed that the students actively participated in the process of the CPBL approach. Students were seen to be independently engaged in different activities in their own way. Some of them were taking the measurements in the artefacts, while others were seen to be engaged in determining if the artefacts were symmetrical or not. They compared the halves of the artefacts and determined that the making of them required a lot of physical and mental work. In fact, the design should probably be the result of deep mental concentration for being so beautiful and pleasing to the eye. This might have resulted in the implicit knowledge of symmetry in those beautiful minds. By which we may observe that all the fascinating creations were based on the combination of mathematics, arts and culture as said by my research participants (Figure 4).

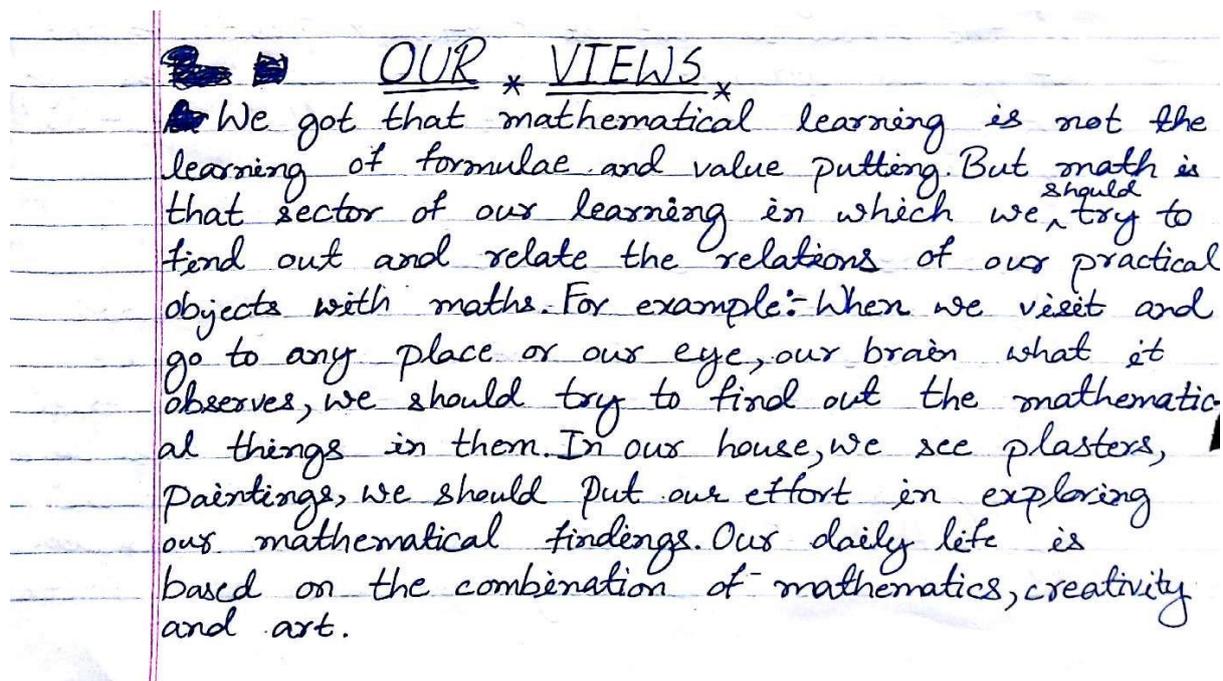


Figure 4 Learning Mathematics in Out of School Context, Source: Pradhan (2019)

The mathematical ideas and concepts observed in the construction of different patterns in stone carving found in the temple premises really engaged the students in their explorations. The stone carver used an emic (local) view of mathematical knowledge in the process. The mathematical knowledge they practiced long ago complemented their everyday lives and was developed verbally across generations.

This implicit mathematical knowledge is embedded in their activities. Mosimege and Lebeta (2000) also reported that indigenous people use different mathematical concepts like estimation, and tessellations, and symmetry in the construction of the tradition's artefacts and cultural activities. The stone carver uses a lot of mathematical concepts and knowledge. This knowledge is sufficient for performance that is consistent with their own set of rules. The field data also supports the findings of Millroy (1992) in which she observed that the carpenters' physical act of designing and building furniture involved tacit mathematical knowledge here, we could see how a stone carver also uses tacit mathematical knowledge in the process of constructing different objects. They both implicitly and tacitly practiced the mathematical ideas of the circular shape, center, and radius of the circle; circle, the coordinate axes, reflection and symmetry of different geometric patterns.

## 5. STUDENTS' REFLECTION ON THE USE OF THE CPBL APPROACH

The mathematical ideas embedded in the out-of-school context and the pedagogy used in their cultural setting could be a powerful tool for the teaching and learning of school mathematics (Pradhan, 2021). The CPBL approach provides an opportunity for students to explore mathematical ideas embedded in different arts and artefacts. Regarding the students' views on the CPBL approach, one of the student participants mentioned:

"It is our first trip of this kind. I had never imagined that mathematics could be learned without a textbook and worksheets beyond the classroom. We learned a lot

of mathematical ideas and became able to explore mathematical ideas embedded in the cultural artefacts”.

From the interviews with student participants, we came to know that the CPBL approach is an important pedagogy that can connect out-of-school contexts to the process of learning formal mathematics. We also argue that the CPBL approach provides rich environments to explore mathematical concepts embedded in cultural artefacts. The culture-friendly pedagogy provides students with the opportunity to explore the mathematical ideas embedded in different cultural artefacts. This approach for teaching mathematics provides an opportunity to learn mathematical concepts embedded in the cultural arts and artefacts. This systematic learning model created an environment for the students to construct mathematical knowledge and develop ideas in their own ways while identifying the center of the circular surface of *Chaitya* (Pradhan, 2021). With this connection, other research participants said:

*I never thought that mathematics can be learned without a textbook. With the observation of different cultural artefacts in the temple and its premises, we find different mathematics objects. We verified the mathematical facts and properties with the measuring instruments and calculating their dimensions. I learned different mathematical ideas with joyful moments and enjoyed a lot with this approach.*

The CPBL approach provides students the opportunity to work well in teams and collaborate in groups. It also enabled students to be more responsible and cooperative in the group work and presentations (Pradhan, 2019). With this approach, students are entering a new learning environment and engage in actively collaborative learning activity. During CPBL approach, students acquired social skills, exchanged ideas and opinions, shared responsibilities, offered suggestions, made corrections and implemented the result. The students were given a rich learning environment and allowed to create their meaning by providing different tasks during teaching and learning using this CPBL-based approach. Since teacher acts as the facilitator as per the students’ need, students feel free to perform their task and learn with the peers. As our theoretical orientation about knowledge generation is based on the premise of a constructivist philosophy, the children constructed mathematical knowledge as a result of active experience and participation in their own local-social context. In this vein, Vygotsky (1978) argued that cultural practices and resources mediate children in the process of development of thinking and can help them to learn school mathematics.

Figure 4 also reflected that a cultural artefact is full of mathematical properties. Different groups of people construct their own artefacts by portraying consistent rules of mathematics. From the observation in the field and the FGD of the students, we found that the CPBL approach is one of the effective approaches for the teaching and learning of mathematics. This approach creates an environment for students to construct mathematical knowledge and develop ideas in their own ways.

From the FGD of the students, we found that the students have come to agree that the artisans who developed the arts and artefacts, centuries ago, had implicit mathematical knowledge. Thus, mathematics is a cultural phenomenon. The CPBL approach helps to connect the cultural capital of learners and teaching and learning of school mathematics. The learner constructs mathematical knowledge based on their experience and interaction with peers. The connection of a students’ familiar context in the process of teaching mathematical content provides a rich opportunity for the learners. There are many things in

the out-of-school environment that can be connected to the teaching and learning of school mathematics. The historically accumulated and culturally developed bodies of knowledge and skills of the learners essential for household functioning and well-being (Moll, Amanti, Neff & Gonzalez, 2005) refer to their own funds of knowledge. The funds of knowledge of children and their everyday activities, life experiences regarding mathematical ideas provide powerful tools in the process of teaching and learning of school mathematics. The mathematical ideas embedded in the everyday household activities of children provide an opportunity to learn school mathematics. In our observation in the field and every stage of data collection from the student participants, CPBL approach provided the opportunities to construct mathematical knowledge. With this CPBL approach of teaching and learning mathematics, we found that students were motivated, engaged and very happy as they participated actively in the field. They reported that the CPBL approach was very interesting, and learning was fun. Thus, the CPBL approach plays a significant role in the development of positive attitudes towards learning of mathematical ideas and found to be effective pedagogical approach in mathematics.

## 6. CONCLUDING REMARKS

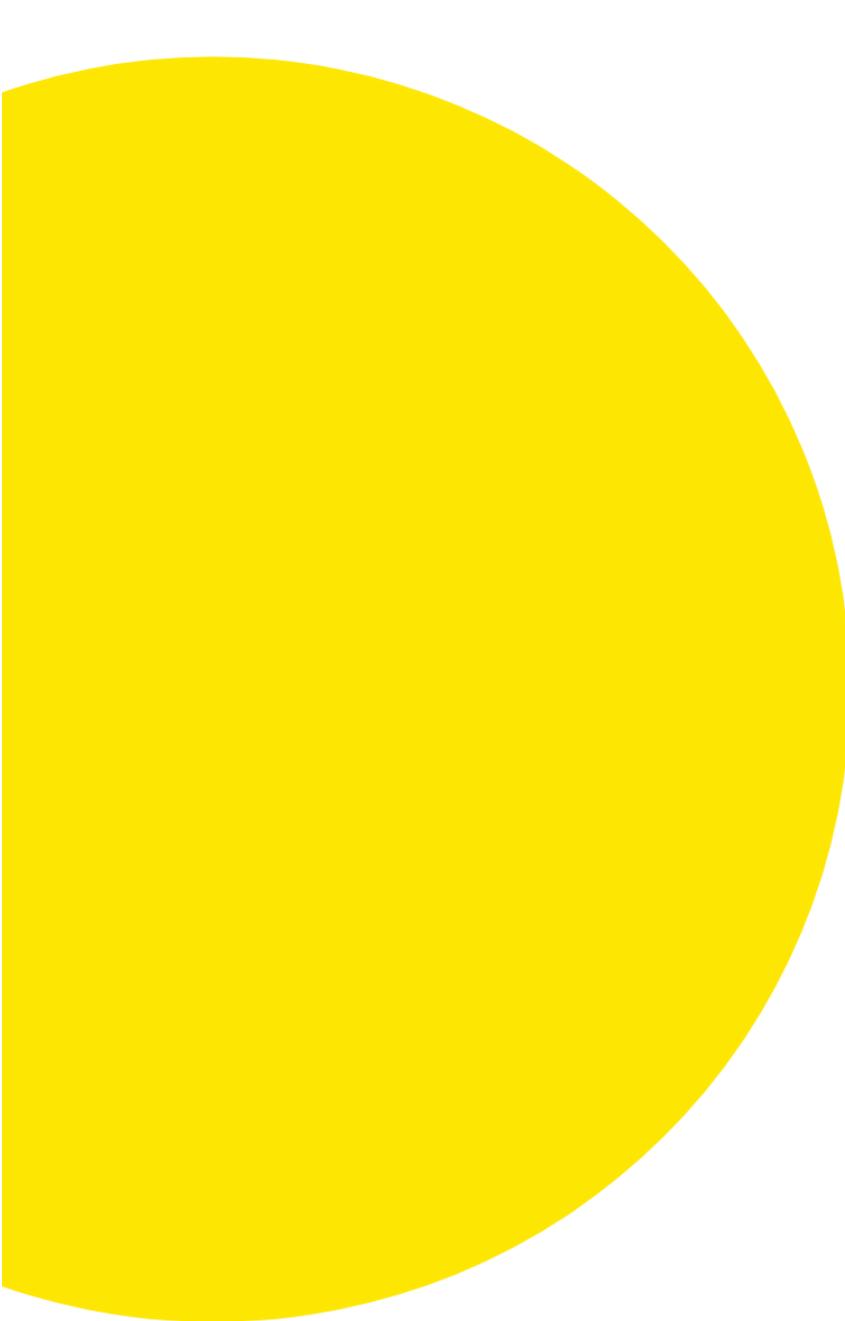
The involvement of a heterogeneous group members from grades six to ten in Nepal, provided an opportunity to learn mathematics concepts, even of the higher level, in a collaborative learning framework. The CPBL was developed to the study the mathematical ideas in the monument and cultural artefacts. The observation of the cultural artefacts and the mathematical ideas embedded in those artefacts both motivated and encouraged students to explore more mathematics. It also develops a positive attitude of the students towards school mathematics. CPBL can be viewed as one of the children centered approaches to create and develop mathematical knowledge. CPBL can be used as a pedagogical tool for the teaching and learning of mathematics. The students' reflection shows that they had got empirical knowledge to solve the mathematical problem of finding the center of the circle in the case of non-given other dimensions of a circle. The CPBL approach provides students to learn mathematics in their own ways and the opportunity to develop mathematical ideas. Students from the junior classes also explored different mathematical ideas with the collaboration and help by their senior peers. It is concluded that students' knowledge construction ability requires apprenticeship into culturally specific cognitive and social practices.

## REFERENCES

- Adam, S. (2004). Ethnomathematical ideas in the curriculum. *Mathematics Education Research Journal*, 16(2), 49-68.
- Bearden, L. O. (2012). *An examination of the relationship between high school mathematics teachers' dispositions and their metaphors for teaching*. Dissertations, Thesis and Capstone Projects, Kennesaw State University, Kennesaw, GA.
- Bonotto, C. (2007). How to replace word problems with activities of realistic mathematical modeling. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn & M. Niss (Eds.), *Modeling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (185-192). New York, NY: Springer.
- Borich, G. D. & Tombari, M. L. (1997). *Educational psychology: A contemporary approach*. New York, NY: Addison – Wesley Educational Publishers Inc.

- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approach*. New Delhi, India: Sage Publication.
- D'Ambrosio, U. (1990). *Ethnomatemática [Ethnomatematics]*. Sao Paulo, SP, Brazil: Editora Atica.
- D'Ambrosio, U. (1993). Ethnomatemática: Um programa [Ethnomatematics: A program]. *A Educação Matemática em Revista*, 1(1), 5-11.
- Ezeif, A. N. (2002). Mathematics and cultural nexus: The interactions of culture and mathematics in an aboriginal classroom. *International Education Journal*, 3(3), 176–187.
- Fosnot, C.T. (Ed.). (1996). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. New York, NY: Teachers College, Columbia University.
- Gay, J., & Cole, M. (1967). *The new mathematics and an old culture: A study of learning among the Kpelle of Liberia*. New York, NY: Holt, Rinehart, and Winston.
- Millary, W. L. (1992). An ethnographic study of the mathematics of a group of carpenters. *Journal for Research in Mathematics Education Monograph 5*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Moll, L., Amanti, C., Neff, D., & Gonzalez, N. (2005). Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms. In N. Gonzalez, L. C. Moll, & C. Amanti (Eds.), *Funds of knowledge: Theorizing practice in households, communities, and classrooms* (71–86). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Mosimege, M. & Lebeta, V. (2000). An ethnographic study of mathematical concepts at the Basotho cultural village. In S. Mahlomaholo, M. Nkoane, & K. Smit (Eds). *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Annual Conference of the Southern African Association for Research in Mathematics and Science Education*. Port Elizabeth, South Africa: University of Port Elizabeth.
- Moursund, D. (2016). *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
- Pradhan, J. B. (2017). Mathematical ideas in Chundara Culture: Unfolding a Nepalese teaching and learning system. In M. Rosa, L. Shirley, M. E. Gavarrete & W. V. Alanguí (Eds.), *Ethnomathematics and its Diverse Approaches for Mathematics Education* (125-152). Cham, Switzerland: Springer.
- Pradhan, J. B. (2019). *Cultural metaphor for mathematical understanding in Nepalese context*. [Unpublished Ph.D. Dissertation], Faculty of Education, Tribhuvan University, Nepal.
- Pradhan, J. B. (2021). Cultural artefacts and mathematics: Connecting home and school. In D. Kollosche (Ed), *Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference* (Vol3, pp. 819-828). Tredition, <https://doi.org/10.5281/zenodo.5416225>
- Pradhan, J. B., Sharma, T. & Sharma, T. (2021). Ethnomathematics research practices and its pedagogical implications: A Nepalese perspective. *Journal of Mathematics and Culture*, 15(1), 110-126.
- Rosa, M. & Orey, D. C. (2010). Ethnomodeling as a pedagogical tool for the ethnomathematics program. *Revista Latinoamericana de Ethnomatemática*, 3(2), 14-23.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2013). Ethnomodeling as a research theoretical framework on ethnomathematics and mathematical modeling. *Journal of Urban Mathematics Education*. 6(2), 62-80.
- Rosa, M. & Orey, D. C. (2015). *The connections between culturally relevant pedagogy and ethnomathematics*. XIV CIAEM-IACME, Chiapas, Mexico. (pp.1-11)
- Rosa, M., & Gavarrete, M. E. (2017). An ethnomathematics overview: An introduction. In M. Rosa, L. Shirley, M. E. Gavarrete & W. V. Alanguí (Eds.), *Ethnomathematics and its Diverse Approaches for Mathematics Education* (3- 19). Cham, Switzerland: Springer.
- Sharma, T. & Orey, D. C. (2017). Meaningful mathematics through the use of cultural artifacts. In M. Rosa, L. Shirley, M. E. Gavarrete & W. V. Alanguí (Eds.), *Ethnomathematics and its Diverse Approaches for Mathematics Education* (153-179). Cham, Switzerland: Springer.
- Stanley, T. (2012). *Project based learning for gifted children: A handbook for 21<sup>st</sup> century classroom*. New York, NY: Prufrock Press.

- Stringer, E. T., Christensen, L. M. & Baldwin, S. C. (2010). *Integrating teaching, learning, and action research: Enhancing instruction in the K-12 classroom*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1998). *Introduction to qualitative research methods: A guidebook and resources* (3rd ed.). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.



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.

**CIÊNCIAS DA SUSTENTABILIDADE VERSUS CIÊNCIAS PARA A SUSTENTABILIDADE:  
DESAFIOS À INVESTIGAÇÃO E À PRÁTICA**

SUSTAINABILITY SCIENCE VERSUS SCIENCE FOR SUSTAINABILITY: CHALLENGES TO RESEARCH  
AND PRACTICE

CIENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD FRENTE A CIENCIA PARA LA SOSTENIBILIDAD: RETOS PARA LA  
INVESTIGACIÓN Y LA PRÁCTICA

**Cecília Galvão<sup>1</sup>, Luís F. Goulão<sup>2</sup>, Luis Calafate<sup>3</sup>, Ilídio André Costa<sup>4</sup>, Carla Morais<sup>3</sup>, J. Bernardino Lopes<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Portugal  
cgalvao@ie.ulisboa.pt

<sup>2</sup>Instituto Superior de Agronomia, Centro de Investigação Linking Landscape, Environment, Agriculture  
and Food (LEAF), Universidade de Lisboa, Portugal  
goulao@isa.ulisboa.pt

<sup>3</sup>Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Portugal  
lcalafat@fc.up.pt; cmorais@fc.up.pt

<sup>4</sup>Agrupamento de Escolas de Santa Bárbara / Planetário do Porto – Centro Ciência Viva / Instituto de  
Astrofísica e Ciências do Espaço – Universidade do Porto, Portugal  
ilidioandrecosta@astro.up.pt

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

**RESUMO** | Este texto é o relato de uma mesa redonda, online, entre professores e investigadores, tendo como (pre)texto o artigo "Inquiry in higher education for sustainable development: crossing disciplinary knowledge boundaries" da autoria de Cecília Galvão, Cláudia Faria, Wanda Viegas, Amélia Branco e Luís Goulão. Nele reporta-se uma investigação empírica sobre o impacto da metodologia de trabalho de projeto, baseada numa perspetiva de inquiry, proposta aos estudantes de doutoramento em Ciências da Sustentabilidade da Universidade de Lisboa. Em particular, procura-se verificar se contribuiu para criar transdisciplinaridade no apoio a soluções para problemas de sustentabilidade colocados pela produção e consumo de alimentos. Participaram na mesa redonda dois investigadores docentes do ensino superior (1º e 2º autores), dois professores (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 que se centra no estudo da sustentabilidade? c) Como poderemos perspetivar uma agenda para esta relação investigação-prática sobre sustentabilidade tendo como horizonte a Agenda 2030? A mesa redonda decorreu durante cerca de 120 minutos e nela se refletiram questões importantes sobre a investigação e a prática educativa com relevância para o presente e o futuro da Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Articulação entre Investigação & Práticas em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia, Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade, Sustentabilidade, Educação transformativa.

**ABSTRACT** | This text is the report of an online roundtable between teachers and researchers, having as (pre)text the article "Inquiry in higher education for sustainable development: crossing disciplinary knowledge boundaries" by Cecília Galvão, Cláudia Faria, Wanda Viegas, Amélia Branco, and Luís Goulão. It reports on empirical research on the impact of the project work methodology, based on an inquiry perspective, proposed to Ph.D. students in Sustainability Sciences at the University of Lisbon. In particular, it seeks to verify whether it contributed to creating transdisciplinarity in supporting solutions to sustainability problems posed by food production and consumption. Participating in the round table were two academic researchers from higher education (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> authors), two professors (3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> authors), and two editors of *APeDuC Journal* (5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> authors). The conversation flowed around three 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 in this line of work that focuses on the study of sustainability? c) How can we envisage an agenda for this research-practice relationship on sustainability, having as a horizon the 2030 Agenda? The round table took about 120 minutes and in it we reflected on important questions about research and educational practice relevant to the present and future of Science, Mathematics and Technology Education.

**KEYWORDS:** Articulation between Research & Practice in Science, Mathematics and Technology Education, Interdisciplinarity, Transdisciplinarity, Sustainability, Transformative education.

**RESUMEN** | Este texto es el informe de una mesa redonda en línea entre profesores e investigadores, teniendo como (pre)texto el artículo "Inquiry in higher education for sustainable development: crossing disciplinary knowledge boundaries" de Cecília Galvão, Cláudia Faria, Wanda Viegas, Amélia Branco y Luís Goulão. Informa de una investigación empírica sobre el impacto de la metodología de trabajo por proyectos, basada en una perspectiva de indagación, propuesta a los estudiantes de doctorado en Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad de Lisboa. En particular, se trata de comprobar si ha contribuido a crear transdisciplinariedad en el apoyo a las soluciones de los problemas de sostenibilidad que plantean la producción y el consumo de alimentos. En la mesa redonda participaron dos investigadores académicos de la enseñanza superior (1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> autores), dos profesores (3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> autores) y dos editores de la *APeDuC Revista* (5<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup> 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 unir la investigación y la práctica educativa en esta línea de trabajo que se centra en el estudio de la sostenibilidad? c) ¿Cómo podemos plantear una agenda para esta relación investigación-práctica sobre la sostenibilidad teniendo como horizonte la Agenda 2030? La mesa redonda duró unos 120 minutos y en ella reflexionamos sobre cuestiones importantes de la investigación y la práctica educativa relevantes para el presente y 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, Matemáticas y Tecnología, Interdisciplinariedad, Transdisciplinariedad, Sostenibilidad, Educación transformadora.

## 1. INTRODUÇÃO

Esta Secção 3 da **APEduC Revista** propõe-se incentivar a comunicação entre investigadores e educadores, tendo como mote um artigo de investigação ou de relato de uma prática educativa implementada e publicada. Deste modo, convidam-se os profissionais envolvidos 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, para além da reflexão, procurar desenvolver contributos para construir uma agenda para a investigação e a prática da Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia e suas inter-relações, tendo sempre em perspetiva a Agenda 2030 (UN, 2015) e as várias dimensões do desenvolvimento sustentável (social, económico, ambiental) para a promoção da paz, da justiça e de instituições eficazes.

Nos números anteriores (V1N1, de abril de 2020 e V1N2, de novembro de 2020) a articulação entre Investigação & Prática em Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia promovida pela **APEduC Revista** decorreu num modelo com duas fases: na primeira fase os investigadores e os educadores elaboravam os seus ensaios e na segunda fase cada um cruzava olhares sobre os ensaios elaborados pelos restantes. No número anterior (V2N1), publicado pela **APEduC Revista**, testamos um modelo diferente, a que se dá continuidade neste número, e que consiste em: a) escolher um artigo publicado relatando uma investigação educativa, b) organizar uma mesa redonda com participação dos autores e de educadores sugeridos pelos autores e pelos editores, c) transformar em texto escrito o teor da conversa.

A relação entre a prática educativa e a investigação em educação é objeto de debate e de investigação desde há décadas (Wyse, Brown, Oliver & Poblete, 2020). Nesta mesa redonda fica claro o quão próximas a investigação e a prática educativa podem estar e que oportunidades e desafios a propósito da sustentabilidade, se podem gerar.

A mesa redonda decorreu online e teve como objeto de discussão e reflexão o artigo **“Inquiry in higher education for sustainable development: crossing disciplinary knowledge boundaries”** da autoria de Cecília Galvão, Cláudia Faria, Wanda Viegas, Amélia Branco e Luís Goulão, e publicado no *International Journal of Sustainability in Higher Education* (Galvão et al, 2021). O artigo reporta uma investigação empírica sobre o impacto da metodologia de trabalho de projeto, baseada numa perspetiva de *inquiry*, proposta aos estudantes de doutoramento em Ciências da Sustentabilidade da Universidade de Lisboa, para criar conhecimento transdisciplinar com vista ao desenvolvimento de soluções apoiadas pela ciência e pela evidência para um problema de sustentabilidade. Participaram na mesa redonda dois investigadores docentes de ensino superior (1º e 2º autores), dois professores (3º e 4º autores) e dois editores da APEduC Revista (5º e 6º autores). A mesa redonda foi organizada em três momentos, cada um deles pontuado por uma questão orientadora (previamente conhecida dos participantes):

- Questão 1 - Qual o contexto, importância e impacto do trabalho relatado no artigo? Apresentação do artigo "Inquiry in higher education for sustainable development: crossing disciplinary knowledge boundaries" pelos autores Cecília Galvão e Luís Goulão, tendo por base a questão 1 [cerca de 15 minutos].
- Questão 2 - Como podemos aproximar a investigação e a prática educativa nesta linha de trabalho que se centra no estudo da sustentabilidade, tendo por base o artigo?

Diálogo entre investigadores e educadores em torno da questão orientadora 2 [cerca de 85 minutos].

- Questão 3 - Como poderemos perspetivar uma agenda para esta relação investigação-prática sobre sustentabilidade 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 120 minutos e nela se refletiram questões importantes sobre a investigação e a prática educativa com relevância para o presente e o futuro da Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia. Da referida discussão emergiram os seguintes tópicos:

#### **Contexto, importância e impacto do trabalho relatado no artigo**

- Génesse do doutoramento em Ciências da Sustentabilidade, alicerçado na metodologia de projeto.
- A questão da multi, inter e transdisciplinaridade para chegar à sustentabilidade.

#### **Sustentabilidade: aproximar a investigação e a prática profissional**

- Melhor trabalho e não mais trabalho: impacto do trabalho de projeto na formação dos estudantes em questões sobre sustentabilidade.
- O enriquecimento dos professores: levaram multidisciplinaridade e saíram com a interdisciplinaridade.
- Ensinar e aprender sustentabilidade e o desafio da polimatia.
- Ciências da sustentabilidade versus ciências para a sustentabilidade.
- Os estudantes não são “super-pessoas”, dependem de outros para construir a ciência da sustentabilidade.
- A importância da avaliação consensualizada.
- Oportunidades para a transferibilidade do conhecimento para a prática profissional e a construção de colégios interdisciplinares.

#### **Uma agenda para a relação investigação-prática tendo como horizonte a Agenda 2030**

- Educação para todos.
- Os professores incluídos nas perspetivas de investigação e de prática.
- Sustentabilidade: começar o quanto antes.
- Sustentabilidade, desenvolvimento de competências e ciência cidadã.

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 Génesse do doutoramento em Ciências da Sustentabilidade, alicerçado na metodologia de projeto**

**Cecília Galvão.** Este artigo, para contextualizar, surgiu pela necessidade que nós, direção do Doutoramento, tivemos em compreender que impacto uma metodologia nova, que quisemos criar para colocar os estudantes perante a resolução de problemas reais, tinha quer na sua formação quer no próprio doutoramento. Até que ponto é que eles sentiam que tudo o que

estávamos a proporcionar tinha viabilidade, era útil, levava a realmente alcançar soluções relacionadas com a sustentabilidade e a uma compreensão do próprio conceito. A maioria dos estudantes envolvidos na primeira edição deste doutoramento são profissionais e alguns com cargos importantes em empresas ou com a sua própria empresa. A nossa preocupação quando quisemos escrever o artigo foi precisamente perceber essa ligação entre a prática que estávamos a viver e a proporcionar aos estudantes e a investigação que queríamos fazer sobre o impacto das nossas propostas na sua formação. O Colégio *Food, Farming and Forestry* (F3) é o grande chapéu que está na base deste doutoramento. Aliás o doutoramento surge no enquadramento do próprio Colégio. O Colégio é uma organização transversal da Universidade de Lisboa que tem envolvidas as suas 18 escolas com várias competências e a criação deste doutoramento foi um dos objetivos do Colégio e que foi conseguido. Na primeira edição foi lançado globalmente, e é coordenado pela Universidade de Lisboa, não estando sediado numa escola só, é a própria Universidade que é responsável pelo doutoramento. Foi lançado o edital e tivemos imensos candidatos. Eu ainda não estava neste processo de candidatura na primeira edição. Devo dizer que já vamos para a quarta edição. O artigo refere-se à primeira edição. Depois podemos também conversar um bocadinho sobre o que é que tem sido esta ligação teoria-prática, investigação-prática nas várias edições.

Nesta primeira edição fomos confrontados com o lançamento do doutoramento. Tivemos imensos candidatos e tivemos que selecionar 15 que era o número de vagas dado pela A3ES (entidade que acredita cursos superiores) e deparamo-nos com as várias unidades curriculares com 48 docentes envolvidos e começamos a trabalhar em grupo, coletivamente, depois em pequenos grupos, por unidade curricular, tentando discutir entre nós, professores, qual a melhor maneira de gerir toda esta informação e de a fazer passar para os estudantes. Eu entrei nesta fase, portanto na fase das discussões do grupo. Entrei numa unidade curricular. O Luís depois pode voltar atrás porque esteve mais na origem do que eu. Eu entrei numa unidade curricular chamada *Uso dos Recursos Água e Solo* e que tinha vários colegas envolvidos desde veterinária, letras, economia, agronomia, engenharia, da educação que era eu, e a nossa missão era pormos de pé conteúdos interdisciplinares, de modo a que isto tivesse sentido dentro da perspetiva da sustentabilidade. E começamos a contribuir com as nossas valências nas diferentes áreas de conhecimento. Até fui eu que, olhando para o conjunto daquela arquitetura toda e as valências que estavam ali a jogar-se, propus (devido à minha experiência como professora do ensino secundário e ser uma apaixonada pela metodologia de projeto com os meus estudantes do ensino básico e secundário e do ensino superior) uma organização à volta de um tema aglutinador, isto é, a nossa unidade curricular, se calhar, ficava bem se tivesse como centro um problema e os estudantes o desenvolvessem numa metodologia de projeto com toda a interação das diferentes áreas disciplinares. Assim seria possível construir-se um processo de resolução de problemas. Os colegas gostaram da ideia. Eu escrevi um papelinho onde organizei as ideias e fiz até os critérios de avaliação e depois aquilo passou para a direção do doutoramento. Na altura era a Wanda Viegas a coordenadora e o Luís estava na direção. De repente eles pedem uma reunião comigo e começamos a conversar e a Wanda, que é bióloga e uma pessoa excecional, aberta, que tem uma visão muito lata de todas as coisas disse: “Cecília vamos criar o doutoramento com a metodologia de projeto não só nessa unidade curricular, mas em várias, como filosofia educacional de base. Talvez isto ajude a organizar os colegas nesta perspetiva mais interdisciplinar e a quebrar as barreiras das disciplinas”.

Foi assim que surgiu esta nossa proposta da metodologia de projeto. Não é usada em todo o doutoramento, é usada no primeiro semestre, organizado em quatro unidades curriculares, duas a duas, com um problema aglutinador em cada duplete. Houve múltiplas reuniões, muitas discussões, muitas propostas. Às vezes avançávamos mais, outras menos. Foi assim que o primeiro ano arrancou. Todos com muita vontade de saber o que é que isto ia dar, onde é que íamos chegar com os estudantes. Estão a ver, com esta incerteza relacionada com o próprio problema global que é a própria sustentabilidade, incerteza associada ao conceito, fez-nos querer saber: afinal o que é que se está a passar? Leram o artigo, e provavelmente já ficaram com a ideia que as nossas aulas não são bem aulas, são sessões de discussão em que os estudantes são obrigados a ler materiais que são colocados na plataforma e a trazê-los para as aulas e discuti-los, tentando integrar os diferentes conhecimentos (os estudantes vêm de áreas diferentes). Cada sessão tem três ou cinco docentes de áreas diferentes. Estão a ver a discussão que isto gera. Isto foi evoluindo ao longo das edições do doutoramento. Na primeira edição os estudantes só tinham que ler, não tinham que fazer trabalho nenhum e veem no artigo que alguns dizem: “não gostamos tanto das discussões porque os mais tímidos não conseguiam participar, os mais extrovertidos apropriavam-se da sessão”. Nós quisemos saber a opinião deles e fizemos um questionário.

## **2.2 A questão da multi, inter e transdisciplinaridade para chegar à sustentabilidade**

**Luis Goulão.** Antes de começarmos esta mesa-redonda, o Luís Calafate estava a falar desta palavra “sustentabilidade” e é importante percebermos como é que surge e afinal como é atualmente entendida? Quando se aborda a questão da sustentabilidade, sendo o tema tão multidimensional, surgem os conceitos de interdisciplinaridade de que a Cecília falava, mas surgem também os conceitos de multidisciplinaridade, de transdisciplinaridade, e, embora neste contexto não tenha relevância, há mesmo a adisciplinaridade, que é a ausência de disciplinas. O doutoramento, até pela forma como foi organizado, envolvendo as competências de todos os cerca de 50 docentes de 17 escolas diferentes da Universidade de Lisboa, começa na questão da multidisciplinaridade.

Coloca-se, então, a questão do que é que é multidisciplinaridade, o que é a interdisciplinaridade, e o que é a transdisciplinaridade. Como a Cecília dizia, nós, os docentes, de um modo geral não somos interdisciplinares nem transdisciplinares. E daí o artigo em análise acabar por estar, de certa forma, dividido em duas partes, com uma primeira relacionada com esta transição da multidisciplinaridade para a transdisciplinaridade pela apresentação dos objetivos e da forma como o doutoramento está organizado, e com uma segunda parte reportando o modo como os estudantes da primeira edição perceberam a abordagem. Os docentes também precisam, eles próprios, de aprender a ser interdisciplinares. O modelo que seguimos no doutoramento foi, então, o seguinte: cada unidade curricular tem dois coordenadores, um das Ciências Naturais e outro das Ciências Sociais, e inúmeros docentes de várias áreas científicas com quem se discutiram as sessões. Tal como a Cecília explicou, as sessões são imersivas, de debate, com materiais que são estudados previamente, de modo autónomo. Para se chegar à sustentabilidade, que é um problema real, como é que nós partimos de um conjunto de docentes disciplinares? Foi esta questão que tentámos perceber na segunda parte do artigo: como é que este caminho chegou aos estudantes. Neste programa temos docentes disciplinares que participam em sessões em que estão todos em conjunto. As sessões acabam por ser multidisciplinares, os materiais que são disponibilizados e lidos são multidisciplinares mas nos

debates promove-se a criação de interdisciplinaridade, em conjunto, com docentes e estudantes. Esta interdisciplinaridade, no conjunto das cinco sessões da unidade curricular, vai-se consolidando e vai-se criando um corpo de conhecimento novo.

Como é que surge a situação problema? Para nos aproximarmos da sustentabilidade, temos que passar para uma interdisciplinaridade em contexto, no mundo real, com problemas reais, caminhando-se então para a transdisciplinaridade. E é isso que o trabalho de projeto, em “situação problema” nos traz.

O primeiro semestre oferece uma unidade curricular introdutória que é a única que não está organizada com a necessidade de resolução de uma “situação problema”. Todas as outras quatro unidades curriculares desse semestre estão organizadas juntando esta componente, que é considerada como parte significativa da avaliação, aos ambientes com materiais multidisciplinares promovendo um debate que crie interdisciplinaridade. Estas quatro unidades curriculares estão organizadas duas a duas com situação problema real e em ambiente contextualizado com vista a trabalhar em transdisciplinaridade.

No segundo semestre mantém-se um corpo de docentes multidisciplinar com o objetivo de reforçar as competências em interdisciplinaridade, mas a ideia é que os estudantes vão trabalhando ao longo das várias unidades curriculares para desenvolver o seu projeto individual de tese.

Aqui também importa realçar um detalhe. Neste doutoramento não é pedido, nem desejado que os estudantes venham já com uma ideia de tese. Se a tiverem, não a têm certamente com esta abordagem interdisciplinar, transdisciplinar. Vão trazer um tema relevante para a sustentabilidade, mas que acabará, na maioria dos casos, por ser disciplinar, constituindo apenas uma contribuição disciplinar para a sustentabilidade. Então nós não queremos que os estudantes tragam ideias de tese (podem tê-las, obviamente, mas não as apresentam) e que este trabalho de pensar e trabalhar transdisciplinarmente, na resolução da situação problema faça com que cheguem ao segundo semestre (que se constitui com as unidades curriculares vocacionadas para a criação do projeto) com uma mentalidade que lhes permita desenhar uma ideia com perspetiva que extravase os silos disciplinares. Desejamos, com este modelo, que a sua ideia vá evoluindo, em fases, que se vão sucedendo, com a ajuda do acompanhamento e da avaliação que é feita das sucessivas propostas de investigação apresentadas no âmbito das várias unidades curriculares de 2º semestre.

Penso que estamos satisfeitos com o resultado que temos vindo a observar no primeiro ano das três edições que já se concluíram. Nós percebemos que os projetos de teses já criam temas, perguntas, questões, hipóteses que acabam por ir buscar a multidisciplinaridade e o pensamento interdisciplinar que foi apresentado no primeiro semestre. E a necessidade do contexto, da situação real, da ética, da política e de toda a envolvente institucional da situação problema acaba igualmente por estar presente.

O artigo tem estas duas vertentes: uma é apresentar qual foi a ideia do doutoramento e como utiliza a multi, inter e transdisciplinaridade para chegar à sustentabilidade, e a outra foi perceber o que os estudantes da primeira edição perceberam, porque não é tão claro que os estudantes tenham presente esta linha de construção do doutoramento. O *feedback* é muito importante para sabermos, dos estudantes que têm claro o funcionamento do doutoramento, se funcionou, e também daqueles que não o têm claro para sabermos se esta experiência lhes

permitiu ganhar certas competências, se o modelo não correspondeu às suas expectativas, e se gostariam de ver desenvolvidas outras dimensões.

Quis trazer a questão multi, inter e transdisciplinaridade, que é muito importante no artigo.

**Cecília Galvão.** Fez muito bem e só pretendo acrescentar um pormenor: a tese é obrigatoriamente (faz parte do regulamento do doutoramento) orientada por um docente das ciências naturais e outro das ciências sociais. Existem dois orientadores obrigatoriamente de áreas diferentes, orientadores da Universidade de Lisboa. Podem ter um terceiro orientador que pode vir de fora, da indústria, de uma empresa, de alguém que traga uma mais-valia ao desenvolvimento do seu projeto.

### **3. SUSTENTABILIDADE: COMO PODEMOS APROXIMAR A INVESTIGAÇÃO E A PRÁTICA PROFISSIONAL**

**Bernardino Lopes.** Muito obrigado ao Luis Goulão e à Cecília Galvão pela apresentação e contextualização do artigo. Foi importante para percebermos o que está por trás daquilo que está escrito. Há coisas que só se percebem consultando o plano de estudos do doutoramento, coisa que também já fizemos.

Vamos passar à fase seguinte da mesa redonda que é “Como melhorar a relação entre a investigação e a prática educativa na linha de trabalho tratada no artigo”. No artigo assumiram que se trata de uma investigação sobre como é que o doutoramento funcionou e que impacto teve nos estudantes. Agora a discussão que nos propomos fazer é: como é que esta investigação sobre como funcionou o doutoramento pode ser pensada noutros contextos profissionais noutras universidades, no ensino não superior e daí termos o Luis Calafate e o Ilídio André Costa para nos interrogarmos sobre isto.

#### **3.1 Melhor trabalho e não mais trabalho: impacto do trabalho de projeto na formação dos estudantes em questões sobre sustentabilidade**

**Ilídio André Costa.** Muito obrigado por me darem a palavra e agradeço esta oportunidade de participar num painel com tão ilustres participantes. Confesso que é mesmo uma honra aqui estar. Honra, acima de tudo, por coabitar no mesmo fórum de tão ilustres nomes da educação em ciências mas, também, por fazer parte desta Secção 3 da *APEduC Revista*: uma secção que tanto me diz. Tal advém exatamente de o trabalho de incentivar a comunicação entre investigadores e educadores do pré-escolar ao ensino secundário (em contextos formais ou não formais), ser uma grande parte do meu trabalho quotidiano.

Não sei bem em que contexto é que pedem a minha participação. Podemos assumi-la, no sentido, por exemplo, da componente interdisciplinar da minha formação: sou professor de Biologia-Geologia, dos ensinamentos básico e secundário que, depois, acaba a realizar um mestrado em Ensino da Astronomia e um doutoramento em Ensino e Divulgação das Ciências. A interdisciplinaridade e hibridismo têm sido a minha vida, quer na formação inicial, quer na minha formação contínua. Apesar de ser docente do Agrupamento de Escolas de Santa Bárbara, em Gondomar, encontro-me destacado no Planetário do Porto – Centro Ciência Viva (PP-CCV), trabalhando, também, como investigador em ensino e divulgação da Astronomia. No PP-CCV

lidamos com centenas de professores, conhecendo-os pelo nome e, portanto, estou muito ligado às questões de desenvolvimento profissional docente. Vou iniciar a minha intervenção exatamente pelo ensino básico, porque assumo que o Luís Calafate aborde o ensino superior.

Centrando, agora, no artigo alvo desta mesa redonda. O artigo em si, só pelo facto de se debruçar sobre o impacto de uma prática educativa é logo algo digno de louvor. Estudar o impacto de algo que fazemos é fundamental. Eu vou tentar ter o mínimo de discurso político e peço aos moderadores que me chamem à atenção quando eu não estiver a ter sucesso nesse meu propósito. Contudo, a verdade é que se muda muito, mas depois não se sabe o impacto daquilo que se muda. Isto é válido quer para o ensino superior, quer para o ensino básico e secundário.

A inovação associada ao artigo não reside no trabalho de projeto, já em 1943 Irene Lisboa falava da metodologia de trabalho projeto. A sua inovação reside na forma de trabalhar em projeto: a sua vertente multidisciplinar e interdisciplinar (e depois, até como acabam de relatar, transdisciplinar). Contudo, e como pediu o professor Bernardino, como aproximar a investigação da prática, no meu caso concreto no ensino básico e secundário? Ligar a investigação ao currículo é mais fácil do que ligar o currículo à investigação. Isto resulta da minha experiência de trabalhar com os astrónomos e com os professores em simultâneo. No artigo nós vemos que houve a possibilidade de os professores reconstruírem o currículo. Leram o currículo, trabalharam com os seus pares, reconstruíram-no de forma interdisciplinar. Transpondo para a questão do ensino básico e secundário: é preciso tempo e para haver tempo ele tem que ser tido em conta no trabalho dos professores. O tempo não pode continuar a sair do crédito do tempo livre do professor. Este ligar o que se faz na investigação ao currículo tem que ser entendido por quem o faz como melhor trabalho e não como mais trabalho. Se for melhor trabalho, o professor do ensino básico e secundário, ao contrário do que muita corrente de pensamento acha, vai aderir. Caso contrário, obviamente vai continuar a utilizar a forma que melhor resultados lhe deu, exatamente porque lhe é mais familiar.

Um outro ponto que eu queria focar é que ligar a investigação ao currículo não é só trabalho do professor, mas é também trabalho do próprio investigador. Hoje em dia, em alguns setores, já é quase consensual que o investigador tem também, inerente ao seu trabalho, a comunicação de ciência. Temos de começar a olhar para as escolas do ensino básico e secundário como parceiros dessa comunicação, devido ao efeito-professor, ao efeito-escola: o efeito que escolas e professores têm de desmultiplicar influências, não só para os estudantes, mas para a comunidade escolar. O investigador, do meu ponto de vista, deve logo à partida criar uma série de condições para facilitar esta ligação, não apresentando aos professores mais trabalho, mas mostrando-lhes que com investigação atual é possível fazer melhor trabalho: ligar a nova investigação ao currículo.

É curioso também que o artigo aponta limitações no ensino superior que nós sentimos no ensino básico e secundário. Os estudantes têm reservas ao terem de depender do trabalho dos colegas no trabalho de grupo. A ideia que também existe de que todas estas metodologias são para os melhores estudantes. Este paralelismo entre ensino básico e superior é bastante curioso.

As três questões que gostaria de colocar aos meus colegas de painel são as seguintes.

O artigo refere que o projeto alterou atitudes dos estudantes e promoveu conhecimentos interdisciplinares. Eu gostaria de perguntar qual foi, para vocês, o fator chave que levou a esta alteração de atitudes e conhecimentos. Também tenho muita curiosidade em saber qual foi o

catalisador do trabalho inicial dos professores, em pares interdisciplinares. Eles, por certo, não se juntaram simplesmente. Teve de haver ali algo que levasse a que essa relação fosse estabelecida. Finalmente, estou curioso quanto à reação dos professores à situação de codocência. Falaram que eles estavam ao mesmo tempo dentro da sala de aula e esta é outra questão que no ensino básico recorrentemente vai surgindo.

**Bernardino Lopes.** Se calhar vamos dar palavra ao Luis Goulão e à Cecília para responderem às questões que o Ilídio colocou para haver continuidade na discussão. São, aliás, questões muito relevantes. Pode ser Luis Calafate?

**Luis Calafate.** Sim, Com certeza!

**Cecília Galvão.** Nós, eu e o Luis Goulão, temos que interagir, porque este trabalho é de sintonia completa. Com isto respondo já um bocadinho à última pergunta do Ilídio.

Voltando um pouco atrás à questão do tempo que é uma das grandes limitações de todo o que quer que seja no ensino superior ou no ensino secundário. É evidente, o tempo é o nosso maior inimigo e é o nosso maior amigo quando o sabemos gerir ou quando podemos usá-lo da melhor forma possível. A expressão que utilizou o “melhor trabalho e não mais trabalho” é fundamental. Para que os professores aderissem, e os estudantes também, a esta filosofia de codocência, chamamos-lhe assim, eles tinham de sentir que valia a pena terem que sobrepor aquilo que consideram que vão alcançar e que é o melhor trabalho e não pensar que vão ter mais reuniões, vão ter mais sessões, vão ter mais trabalhos para corrigir. O desafio não pode ser visto nessa perspetiva de mais trabalho. O melhor trabalho é o que se sobrepõe e é o grande aglutinador disto tudo. Isto exige uma grande organização. Nunca sabemos qual foi o catalisador. Provavelmente não há um momento, não há um fator. O que há aqui é uma grande organização que começa na direção do próprio doutoramento e há um trabalho sistemático e contínuo com todos os docentes. Já o Colégio F3: *Food, Farming and Forestry* funcionou assim, de baixo para cima com algumas propostas nossas, mas tudo discutido, tudo bem pensado e ouvindo as pessoas. Portanto, o melhor trabalho consegue-se com a organização pensada antes, é apresentada a calendarização, são apresentados todos os momentos em que os professores têm que interagir e é-lhes dada a palavra para que as suas valências disciplinares possam construir, realmente, cada uma das sessões e o seu envolvimento no próprio problema que os estudantes têm de resolver.

O investigador que está inerente a cada um dos professores (nós todos somos práticos e investigadores) ajuda um pouco na compreensão desta ligação àquilo que estamos a proporcionar como o melhor, isto é, o melhor trabalho para a melhor resolução. Não estou a dizer que um melhor trabalho nosso vai proporcionar uma melhor aprendizagem, nem sempre é assim. Mas as pessoas têm que, à partida, considerar que aquilo que vão fazer é o melhor possível nestas circunstâncias e neste contexto. Tudo começa pela reunião com os professores tentando cativá-los para esta metodologia de trabalho de projeto. Nem todos sabiam o que era uma metodologia de trabalho de projeto, ainda hoje alguns não sabem bem o que isso é. Só sabem que se envolvem, sabem que os estudantes trabalham num contexto real, resolvem problemas reais, trazem conhecimento novo. Os professores verificam que as propostas dos estudantes para chegar a uma solução para o problema que lhes foi colocado acaba por ser conhecimento novo e os professores percebem isto. Esta é a mais valia. Este é o melhor trabalho daquilo que se consegue. Claro que não temos o tempo que gostaríamos de ter para proporcionar isto. Continua

a ser o nosso calcanhar de Aquiles: as pessoas sentem que há, por vezes, demasiada exigência, precisávamos de mais tempo. Eu acho que compensa nesta ligação investigação-prática.

Outra limitação é o trabalho de grupo, porque os nossos estudantes sentem isso, porque isto é uma realidade. Nós sabemos que nem toda a gente sabe trabalhar em grupo e o Ilídio sabe isto como professor do ensino básico e secundário, sabe que tem de ensinar os seus estudantes a trabalhar em grupo. Ninguém sabe trabalhar em grupo à partida. Há muita competição, há uns que se apropriam do trabalho dos outros, há uns que fazem queixas. No ensino superior é a mesma coisa: há guerras, há questiúnculas, dizem mal uns dos outros, até encontrarem um ritmo em que sintam que o grupo produz melhor trabalho do que individualmente. Eles têm que entender isso, porque senão sentem que estão a ser, de qualquer modo, usurpados na sua individualidade.

Como é que conseguimos a alteração das atitudes? Eu penso que é pelo fazer. Ao princípio as pessoas não sabem o que é que vai mudar, o que é que vai alterar, mas à medida que se vão envolvendo, quer os docentes, quer os estudantes, eles vão percebendo aquilo que vão alcançando. A interdisciplinaridade acaba por surgir desta combinação multidisciplinar. Se calhar o grande catalisador é o próprio conceito de sustentabilidade porque é difícil, é complexo, é incerto, escapa. Nós vemos nos artigos que lemos que o conceito de sustentabilidade não é compreendido por toda a gente da mesma maneira. Além disso, hoje há grupos ativistas que muitas vezes, com base numa só ideia, promovem atitudes erradas e não sustentáveis e alguns que promovem aquilo que é sustentável, mas que não é saudável. Portanto, há toda esta ambiguidade no próprio conceito. O próprio conceito em si, e as múltiplas discussões que são tidas para o compreender, são o grande catalisador deste doutoramento e creio que no ensino básico e secundário também. Os miúdos são muito levados a aderir às causas, muitas vezes causas com uma única visão. Nós queremos que o conceito de sustentabilidade não tenha uma única visão. O Luís disse há bocado, e muito bem, que muitas vezes as discussões são controversas. Os professores não trazem pensamento consensual e defendem causas às vezes opostas. Por exemplo, como este doutoramento incide também na agricultura temos controvérsias entre o intensivo e extensivo, entre o próximo e o afastado. O que está próximo de nós é saudável? Se pensarmos que o agricultor pode deitar imensos pesticidas na sua horta ali atrás de casa, não é só por estar próximo que é saudável. Os estudantes com esta controvérsia toda é que constroem a interdisciplinaridade. Eles são obrigados a construir conhecimento novo. Uns fá-lo-ão melhor que outros, nós já tivemos esta noção, mas vai-se construindo assim.

### **3.2 Enriquecimento dos professores: levaram multidisciplinaridade e saíram com a interdisciplinaridade**

**Luis Goulão.** Eu gostei imenso da intervenção do Ilídio e das perguntas porque tocaram num ponto chave.

A questão do melhor trabalho e do tempo é uma questão fundamental. No artigo não explorámos essa dimensão, mas neste momento já temos mais informação que poderá ajudar a responder à questão. Na primeira edição do doutoramento interpreto a questão do tempo, que também se relaciona com a questão da aceitação da codocência, do seguinte modo: todos os docentes deste doutoramento participam porque se mostraram interessados em colaborar e isso aconteceu no âmbito de uma oferta do Colégio F3: *Food, Farming and Forestry*. O facto de ser uma abordagem “bottom-up” ajudou. Mas, ainda assim o tempo não deixa de ser escasso. De

facto, não é possível usar neste programa aulas já preparadas para outros cursos, pelo que cada docente necessitou de produzir mais conteúdos, que são conteúdos dedicados a esta formação. Em cada unidade curricular, também não é possível lecionar aulas já preparadas porque, em sala, vai-se estar em simultâneo e a interagir com outros colegas e porque a unidade curricular foi desenvolvida em conjunto, portanto, apresentando uma estrutura diferente da que estamos habituados. O doutoramento tem uma plataforma de e-learning onde todos os materiais estão depositados para acesso prévio dos estudantes. Não são só artigos científicos, ou capítulos de livros que lá estão. Estão também sumários alargados escritos por cada docente e, em número significativo dos casos, vídeos de 10 a 15 minutos com uma “micro aula” de cada docente que os estudantes veem antes das sessões. Portanto, os docentes foram confrontados com pedidos para produzir um vídeo, para escrever um sumário alargado – com conteúdo e perspetiva -, para perspetivar a interdisciplinaridade do tema da sessão. Mudar a forma como se ensina exige muito tempo de investimento. Na primeira edição tal aconteceu pelo estímulo da vontade de contribuir para esta nova ciência da sustentabilidade, como disse a Cecília. O que temos percebido ao longo da segunda e terceira edições (estamos agora já a começar a preparar a quarta edição) é que aquela reação à codocência que era, na primeira edição, de uma certa expectativa de intervir nas questões que conheciam e de não intervir quando os colegas estão a debater sobre a sua área de conhecimento e da sua disciplina, tem-se vindo a esbater porque os próprios docentes, ao estarem num ambiente que promove a interdisciplinaridade, vão também percebendo que afinal podem contribuir mais do que aquilo que pensavam. O professor vai aprendendo com os colegas, e vai aprendendo com os estudantes - porque os estudantes ao colocarem questões (muitos deles são profissionais ativos e trazem também conhecimento, frequentemente de outro tipo para o debate) - que afinal a forma como estão a trabalhar disciplinarmente com aqueles inputs no debate, com aquela forma de pensar o sumário dos colegas, de debater em conjunto com os colegas, de cruzar ideias (nós temos, em cada sessão, três docentes em simultâneo e 15 estudantes, portanto o debate é a 18) vão enriquecer-se muito.

Na primeira edição pudemos ter uma sala em formato de mesa redonda onde não estão os docentes sentados de um lado e os estudantes sentados do outro. Estamos todos à volta da mesma mesa sentados em lugares ao acaso, para promover mesmo um ambiente de pares com os estudantes.

Ao longo das várias edições, os docentes vão, assim, percebendo que trabalham melhor por estarem também expostos a esta interdisciplinaridade. Eles levaram multidisciplinaridade, saíram com interdisciplinaridade.

Mais recentemente, temos procurado substituir a coleção de sumários alargados individuais de cada sessão por sumários conjuntos, em que os colegas na mesma sessão reúnem o conhecimento dos seus três sumários para produzir um novo documento único que, é assim, conhecimento novo. Os docentes levam esta experiência e visão para os seus projetos de investigação. Há diversas candidaturas a projetos de investigação que estão a ser preparadas com equipas que se formaram com colegas que se conheceram na docência deste doutoramento. Surge uma proposta para uma candidatura ou a possibilidade de integrar um projeto e o docente agora conhece colegas de áreas disciplinares distintas com quem partilharam sessões. Se o projeto beneficia de uma dimensão diferente, vão convidar os colegas para o desafio. Cada vez mais estamos a conseguir elaborar propostas de investigação verdadeiramente da Universidade de Lisboa e não de uma escola da Universidade de Lisboa com equipas mistas. Isto é um melhor trabalho.

Outro aspeto interessante é que, na questão da situação-problema, todos os docentes envolvidos - e são muitos como se percebe-, avaliam. Numa primeira fase dão um *feedback* a uma apresentação intercalar por parte dos estudantes que não tem classificação. Os estudantes apresentam o seu progresso e os docentes comentam e fazem sugestões de melhoria para um melhor resultado final. Os trabalhos finais podem ser avaliados e classificados por todos os docentes e este é mais um momento de aprendizagem e de compreensão de que afinal são abordadas dimensões que não estão longe da área de trabalho de cada um. A ideia de que “esta não é a minha área portanto eu aqui não saberei avaliar” acaba por se esbater, transformando-se numa ideia “afinal eu sei; sei é outra coisa”, e mesmo evoluir para “afinal eu também sei, sei e estou a aprender outros ângulos, sei mais do que pensava e saio daqui a saber mais do que sabia”. As duas ideias são verdadeiras.

O fator chave que levou a alterar as atitudes foi já abordado pela Cecília. O fator chave é “tirar o chão” e criar surpresa. A sustentabilidade adequa-se muito a esta estratégia. Os estudantes entram com ideias pré-concebidas. Por exemplo, considerando que a carne de vaca deve ser eliminada das nossas dietas, e sendo depois confrontados com evidências e números de colegas de medicina – tanto humana como veterinária – que se suportam com ciência, com evidências, e que demonstra que, afinal, depende de múltiplos fatores. As abordagens à sustentabilidade são muito dependentes do contexto, e as respostas dependem da interpretação de evidência científica. Outro exemplo de ideia pré-concebida é que a pequena agricultura familiar usa menos pesticidas do que grandes latifúndios. Este dogma pode também ser desafiado com números resultantes da ciência. Outra ideia implementada é que as empresas que comercializam fitofármacos têm unicamente preocupações comerciais. Esta questão é contrariada, por exemplo, num seminário em que convidamos um responsável por programas de sustentabilidade de uma grande empresa de fitofármacos, com números, com depoimentos de produtores, mostrando que, afinal, a redução dos danos ambientais tem sido muito significativa nos últimos anos, contrariando a percepção de que cada vez são usados mais pesticidas. Ainda podemos usar menos, mas a aplicação de fitofármacos tem vindo a reduzir. A percepção muitas vezes é o contrário daquilo que acontece.

A primeira interação que os estudantes têm com este doutoramento é através de um *pitch* em que se apresentam com o que é, para cada um, a sustentabilidade. Quando nós comparamos aquilo que eles apresentam no primeiro dia, no final de outubro, como sendo a sua ideia de sustentabilidade com aquilo que eles se propõem investigar quando apresentam o seu projeto, no final do primeiro ano, é claro que a atitude mudou e eu penso que eles nem se aperceberam. Mas eu acho que é a surpresa que leva à mudança de atitudes: afinal o que é trazido como um facto ou um dado adquirido pode não ser a realidade e os estudantes encontram evidência científica que mostra que depende do contexto e que não é uma verdade universal.

O catalisador foi talvez a sustentabilidade, mas eu acho que o Luis Calafate quer entrar pelo conceito de sustentabilidade e se calhar ainda temos oportunidade de voltar a ele.

**Bernardino Lopes.** Muito obrigado Luis Goulão. Luís Calafate é a sua vez.

### **3.3 Ensinar e aprender sustentabilidade e o desafio da polimatia**

**Luis Calafate.** Muito bem. Eu vou partir um pouco do ponto em que está a discussão. Aproveitarei até para fazer mais perguntas do que fazer observações. Só irei chamar à atenção sobre isto: o Ilídio traz um pouco da experiência que tem no ensino básico e secundário que é

bom; nós aqui com este artigo da Cecília e do Luis Goulão estamos a ter a experiência de candidatos ao doutoramento que já são profissionais e aqui só traria uma experiência que eu tenho, e a Carla Morais também intervém nisso, que é nós termos uma experiência com estudantes universitários a nível de mestrado em que, numa primeira fase, a educação para o desenvolvimento sustentável só funcionava no mestrado em Ensino de Biologia e Geologia e nessa altura, nessa unidade curricular funcionava eu e a Clara Vasconcelos. Muitas vezes, eu aproveitava para cruzar atividades dessa unidade curricular com, por exemplo, as de um seminário de Sustentabilidade do curso de mestrado de Ciências e Tecnologia do Ambiente da FCUP. E aí tínhamos uma experiência de perspetivas de convidados que participavam, traziam ideias variadas. Numa fase posterior, deixou de ser educação para o desenvolvimento sustentável e passou para educação para sustentabilidade, em que o mestrado em Ensino de Física e Química participa também. A experiência que eu tenho é um pouco com estes estudantes e aqui iria acrescentar algo. Falou-se em dificuldades em estudantes novinhos no básico. No secundário penso que é uma área que nem é tocada e nem sei se já desapareceu do programa.

O ponto que queria chamar à atenção é que acho que há um calcanhar de Aquiles na sustentabilidade. A abordagem da sustentabilidade tem um grande calcanhar de Aquiles. O Luis Goulão falou um pouco dele há bocadinho naquelas distinções entre interdisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade. Seguindo as orientações das Nações Unidas no seu relatório da Década para o Desenvolvimento Sustentável, a educação para o desenvolvimento sustentável (EDS) é interdisciplinar. A EDS não é exclusiva de qualquer disciplina, todas as disciplinas podem contribuir para a EDS. Mas precisamente acho que o calcanhar de Aquiles está aqui: nós estamos a pedir aos estudantes, sejam eles de que nível forem, que sejam uma espécie de polímatas, que dominem várias áreas para depois abordarem um problema. Talvez no doutoramento isso funcione muito bem com pessoas que vêm de uma profissão e com experiência da vida real. E aqui introduzia-vos um obstáculo que tivemos este ano, e a Carla é testemunha disso. Os estudantes do mestrado em Ensino da Física e Química e Ensino da Biologia e Geologia quando trabalhavam o seu projeto, e a metodologia de ensino era a construção de um caso, utilizando a metodologia de ensino que é o *case based teaching*, tinham dificuldade em abordar todas as áreas no seu caso. Imaginem se nós também tivéssemos a funcionar connosco o mestrado de Ensino da Matemática (que nunca quis aderir com muita pena minha) a dificuldade que seria. Eu acho que nós temos que ter alguma tolerância com esta dificuldade dos estudantes. Não sei qual a vossa experiência mais especificamente. Eles queixaram-se, mas às vezes era questões de tempo, às vezes gostavam de ouvir um professor da sua disciplina. No resultado global consideram que estão a conseguir criar estudantes com perfil de polímatas?

E aqui estou-me a lembrar de Herbert Simon que, sendo um psicólogo, no fim do sec. XX ganhou o prémio Nobel de Economia. Isto é um exemplo de interdisciplinaridade. No início do sec. XX também tivemos um psicólogo, Daniel Kahneman, que obteve outro prémio Nobel de Economia. Dois prémios nobéis da economia dados a psicólogos precisamente porque conseguiram fazer isto (interdisciplinaridade). Mas são pessoas de alto nível. Não sei se a um nível de um doutoramento se consegue isso. Há bocadinho ouvi dizerem que estavam na quarta edição, mas nas outras primeiras ainda não terão terminado as teses, eventualmente. Era aí que eu gostava de saber se é possível começar a ter ideia do perfil de um indivíduo que consegue abordar um problema complexo com essas perspetivas? Esta é a primeira pergunta.

A segunda pergunta que queria colocar vai ter uma implicação na metodologia de ensino. Eu estou a perceber, percebi melhor depois de uma releitura do artigo, que há o chapéu da F3, o

Colégio *Food, Farming and Forestry* e será o tema chapéu deste doutoramento, se percebi. Eu gostava de ser esclarecido aí. E como há uma visita, eu gostava de saber quando se faz essa visita nesta edição (nas outras edições não sei que visitas se fizeram), se os estudantes foram visitar um contexto real, mas qual foi o contacto que tiveram com os *stakeholders* dessa situação real?

Eu fiquei com a impressão da leitura do artigo que estes estudantes de doutoramento tentaram apresentar soluções, mas eu não fiquei a saber nada sobre qual foi o diálogo deles com *stakeholders*. E, então, ia colocar outro problema que gostaria que me respondessem. O mundo da sustentabilidade é muito diverso. Este curso tem uma temática. Até tem uma unidade curricular de enquadramento que foi coordenada pelo Luis Goulão, chama-se *Segurança Alimentar e Dinâmicas Globais*. Isto é, há um enquadramento, já há uma limitação, há uma canalização dos temas: vai muito para alimentação nas mais variadas áreas. E esta visita também se calhar já é também concebida nesse caminho. No caso dos estudantes, eles vão deparar-se, todavia, com situações diversas. Essa visita é limitada ou eles podem abrir um pouco o campo dos problemas que existem. Essa visita não os canalizará excessivamente também se nós estamos a querer esta abertura ao mundo? O contacto que eles têm é, por exemplo, ao nível de autarcas, empresários, população? Foi isso que não fiquei a perceber bem. Dá-me a impressão que a metodologia de projeto, e aqui era a polémica que iria lançar, não será a melhor, não é por uma questão de tempo, mas não será a melhor porque não deixa abertura para uma discussão crítica com os *stakeholders*. Haverá outras metodologias, não estou a dizer *case based teaching*, consoante a situação, consoante a diversidade da situação em função da visita que fizeram, ou de outros temas que queiram ser abordados pelos estudantes. Se calhar deveria abrir-se um leque maior de metodologias de ensino da vossa parte. A metodologia de projeto pode ter as suas limitações e era isso que eu gostava de saber se vocês pensaram nas limitações para além do tempo que é preciso usar, nas limitações da abordagem dos problemas.

E só vos queria trazer mais um testemunho. Eu e a Clara Vasconcelos estivemos uma semana em Uppsala (Suécia). Era um workshop totalmente à volta da sustentabilidade, no âmbito de um projeto Europeu com vários países e o papel da Suécia foi precisamente falar-nos sobre que metodologias de ensino eles usavam na Suécia para abordar a sustentabilidade particularmente em Uppsala e nas Faculdades muito ligadas às florestas e ao ambiente. E houve um testemunho de um professor, que disse que tentaram implementar o trabalho de projeto, mas que ao nível do ensino universitário era muito moroso. Então optaram pelo *case based teaching*, curiosamente. E depois a equipa do *workshop* optou por um produto de criação de casos e todos eles para serem ensinados a partir do *case based teaching*. No vosso caso é um pouco diferente, eu percebi que se pretende fazer uma ligação depois com a atividade do projeto. Esta metodologia de trabalho de projeto, dá-me a ideia, que é para eles começarem a entrar mais na atividade projeto, mas a limitação que eu vejo é eles fecharem-se à sociedade, à diversidade dos problemas da sociedade.

### **3.4 Ciências da sustentabilidade versus ciências para a sustentabilidade**

**Luis Goulão.** Novamente três, quatro questões que dariam para muito tempo. Estou a gostar das perguntas que nos estão a colocar.

Relativamente à primeira questão, considero que é totalmente verdade. Há aqui uma nuance linguística, talvez, que pode ajudar a perceber como é que se aborda a sustentabilidade. Nós não podemos ambicionar a que toda a gente trabalhe interdisciplinarmente. Isso é evidente.

Aliás, a interdisciplinaridade resulta das disciplinas e se de um momento para o outro o mundo mudasse e fossemos todos interdisciplinares isto, lá está, deixaria de ser sustentável a longo termo porque as gerações vindouras não tinham disciplinas para fazer interdisciplinaridade. Ou as novas formas interdisciplinares seriam as novas disciplinas. Não é possível e não queremos que toda a gente passe a trabalhar interdisciplinarmente, mesmo aqueles que estão a trabalhar para a sustentabilidade. Então, a nuance que eu traria para o debate é que há ciência da sustentabilidade - que é o caso deste doutoramento - e há ciências para a sustentabilidade. Pode-se trabalhar para a sustentabilidade com metodologias de base científica e de forma disciplinar. Portanto, quando os estudantes dizem que “eu gostaria de trazer apenas as minhas competências da física, da matemática, ou da biologia e descartam, por exemplo, o direito ou a história porque não gostam ou porque não querem com receio das suas lacunas de conhecimento ou mesmo de vocação não se elimina o contributo para a questão da sustentabilidade. Mas representa um contributo diferente. O que nós queremos neste doutoramento é de facto ciências da sustentabilidade, significando que se trabalha uma nova área científica - esta nova ciência. A primeira vez que o termo ciências da sustentabilidade foi mencionada foi há cerca de 30 anos, mas, como sabemos, nos últimos anos tem vindo a mudar. E tem vindo a mudar sobretudo porque sustentabilidade apresenta esta multidimensionalidade económica, social e ambiental e a grande urgência que mudou a forma como se fala da interdisciplinaridade, e tem a ver com a escala. Na teoria, uma atividade que não seja economicamente viável não é sustentável no curto prazo. Se introduzir problemas sociais como desemprego, discriminação, questões de habitação, de género, etc., a médio prazo a atividade deixa de ser sustentável e não é viável por causar distorções sociais. O que tínhamos como realidade é que, uma atividade que produzisse um impacto negativo no ambiente não seria sustentável no longo prazo. Mas atualmente observa-se uma inversão que nos traz o que era de longo prazo para a emergência. A questão das alterações climáticas traz-nos esta dimensão ambiental de longo prazo, que não era trabalhada da mesma maneira, para o curto prazo. Portanto, a sustentabilidade económica, social e a sustentabilidade ambiental eram mais facilmente trabalhadas disciplinarmente porque tinham escalas temporais diferentes. Com a emergência climática trouxemos a sustentabilidade ambiental para o curto prazo; para o imediato. As respostas têm que ter também em conta o económico e social daí os discursos trazerem a interdisciplinaridade e trazerem uma nova ciência. Estudo de sustentabilidade sempre houve. Desde que há humanidade que há preocupação com as gerações vindouras, senão não se plantavam florestas, não havia investimentos no espaço. Explorar e colonizar Marte não é para nós. Mas nem toda a gente - e esta mensagem é muito importante, por isso ainda bem que o Luís a coloca - que trabalha para a sustentabilidade deve trabalhar de forma interdisciplinar. Mas neste doutoramento nós tentamos trabalhar ciência da sustentabilidade que é no fundo compreender o que é a sustentabilidade e aí sim é preciso ter as várias valências ou, pelo menos, ter a perceção delas.

### **3.5 Os estudantes não são “super-pessoas”, dependem de outros para construir a ciência da sustentabilidade**

**Cecília Galvão.** Não se pretende que os estudantes sejam “super-pessoas” que sabem de tudo, a mensagem aqui é que eles “dependem de outros para construir esta ciência da sustentabilidade”, ou seja, cada um deles não sabe todas as áreas, nem vai ficar a saber, mas a mensagem que nós queremos que eles “sintam” é que numa situação real, de trabalho, eles precisam dos conhecimentos diversos que outras pessoas lhes trazem. Nós temos pessoas das

artes envolvidas aqui; pessoas das artes têm uma dificuldade tremenda nos conceitos científicos e não é neste doutoramento que vão aprender os conceitos científicos, mas trazem uma visão estética, trazem uma abordagem social diferente, e que, muitas vezes, enriquece as soluções. Portanto, aqui é um trabalho conjunto e eu concordo com o Luís Calafate, a metodologia de projeto não é a metodologia do doutoramento. Ela é aplicada numa fase, só no primeiro semestre, na resolução desses problemas, nesses dois “dupletos” (que são as duas disciplinas emparelhadas). Ao longo das sessões, noutras unidades curriculares, há também *case studies*, *case research* e *problem based-learning*. Temos várias metodologias envolvidas ao longo de todo o doutoramento. No início, e para permitir uma visão de conjunto e a capacidade de lidar com diferentes áreas propõe-se, precisamente, um trabalho de projeto que tem aqueles passos. Por exemplo, uma das condições inerentes a um bom trabalho de projeto é o diagnóstico. Eles têm que fazer um bom diagnóstico e nesse diagnóstico têm de contactar com vários *stakeholders*. É aí que entra a visita de campo, por exemplo, que eles fazem. Na primeira edição correu muito bem. A visita foi à Lezíria do Tejo para o primeiro problema e foi uma visita extraordinária, guiada pelas pessoas da Lezíria, os responsáveis pelas diferentes componentes, mas não finaliza aí, pois os estudantes têm toda a dimensão social da população envolvida, que têm que analisar e discutir, para esse diagnóstico, e estão em contacto com os *stakeholders* mesmo para além da visita, recolhendo, assim, muita informação (as pessoas são extraordinárias na informação que fornecem e dão-lhes os seus e-mails para facilitar a comunicação). Os estudantes estão em grande interligação com esses *stakeholders*. Isto é muito importante nesta fase, que é a fase do diagnóstico, da compreensão daquela realidade que pode ajudar a dar contributos, o que não quer dizer que lhes vão resolver o problema; pois são problemas extremamente complexos, (tal como relatado no artigo de Galvão et al, 2021) e afigura-se difícil apresentar soluções para reduzir para dois terços a emissão de gases de efeito estufa, como era pedido naquele contexto. Assim, os estudantes vão aproximar-se do que poderá ser uma potencial solução, dão alguns contributos, mas não resolvem o problema. Neste desafio, os estudantes têm todas estas vertentes a serem tocadas, desde o aspeto mais físico, mais real, com números, até à dimensão social, da envolvência das populações e do impacto nessas mesmas populações, até às questões éticas associadas, por exemplo. Na primeira edição, não tínhamos pandemia, pelo que fomos fazer a visita e resultou muito bem. O segundo problema era relacionado com alimentação e cantinas escolares. Os estudantes fizeram um trabalho também muito bom, na Câmara de Almada, nas escolas, até fizeram um trabalho coletivo que depois seria oferecido à própria Câmara. Mas por vezes há alguns problemas, a informação não é disponibilizada ou é difícil encontrar suporte científico para as propostas. Não queremos propostas de “eu acho que”, os estudantes têm que encontrar artigos científicos, têm que ir à procura de dados, locais, fazendo o necessário diagnóstico na interação com os *stakeholders*.

**Luis Goulão.** Nós temos mudado o local, não a pergunta.

**Cecília Galvão.** A pergunta é a mesma, o local foi diferente em outras edições. Por exemplo, na terceira edição era Setúbal, Sesimbra, Palmela, toda aquela região ligada e os estudantes dispersaram-se um pouco. Quisemos abrir o campo para percebermos um bocadinho daquilo que o Luís constatou, o tal obstáculo de constranger os estudantes, de não lhes dar liberdade. Nós quisemos dar um pouco liberdade, mas depois eles perderam-se um pouco. Acabaram por ser orientados na recolha de informação e análise de dados e perderam um pouco a visão coletiva. Não houve visita porque a pandemia não deixou. A visita foi transformada num conjunto de sessões online com vários *stakeholders*, com pessoas ligadas a áreas diversas - à

floresta, à pesca, à agricultura, à questão social - mas não teve o mesmo impacto. Aqui a pandemia estragou um pouco. O problema e as soluções, na nossa perspetiva, não cumpriram tanto a dimensão que nós gostaríamos desta ligação interdisciplinar, apesar de terem realizado muito bom trabalho. Nós vamos aprendendo com a realidade.

**Luis Goulão.** Voltando à primeira questão, como disse a Cecília, não ambicionamos que todos saibam tudo. Isto também se espelha no próprio trabalho em projeto, porque nós dividimos os estudantes em grupos e apresentamos cinco vertentes: saúde humana e ambiental; práticas sociais; tecnologia e inovação; políticas, instituições e governança; economia, gestão e marketing, tal como referimos no artigo. Cada grupo aborda apenas duas vertentes o que significa que cada vertente é trabalhada por dois grupos. Esta metodologia resulta em que as propostas (que resultam do trabalho naquele contexto, por isso é que é uma visita contextualizada, que é para dar o contexto para nos levar à transdisciplinaridade), contribuem para a resposta, que é a reunião dos cinco trabalhos. Os estudantes deverão perceber que além das duas vertentes que cada grupo trabalhou, precisam de conhecer também o que os colegas produziram, para agregar o conjunto dos cinco, que é o que dá a “solução”. De facto, na primeira edição esse trabalho foi feito, resultando inclusivamente num sumário curto dos destaques dos cinco trabalhos com a súmula das conclusões e as propostas que foi entregue pelos estudantes na Câmara Municipal de Almada (onde incidiu o trabalho) que havia mostrado interesse em conhecer o resultado. Neste caso concreto, salienta-se algo interessante: algumas das propostas não podem ser aplicadas por força da lei existente. Isto não significa que a proposta não seja boa, mas a sua operacionalização pode estar impedida por um determinado decreto-lei. Nas discussões dos trabalhos com os atores envolvidos, foi interessante constatar que algumas propostas foram consideradas boas por parte do município, embora sem possibilidade legal de implementação. Nestes debates percebe-se assim que por vezes a solução não está apenas na engenharia ou na biologia, se depois a lei não permitir. Também não está na modificação da lei ou do decreto que vai impor que se tome uma determinada ação, se tecnicamente não for possível, ou não existirem estudos de impacto na saúde humana ou ambiental que a permitam aplicar. Todos esses debates são muito interessantes.

Para os trabalhos utiliza-se esta metodologia contextualizada, com o objetivo da transdisciplinaridade. É óbvio que há outros métodos que são aplicados noutras unidades curriculares e também ao longo destas sessões e nós temos vindo a introduzir alguns ajustes. Nenhuma edição foi exatamente igual à anterior e isto significa que também há um processo de aprendizagem para o lado da docência.

### **3.6 A importância da avaliação consensualizada**

**Cecília Galvão.** Uma das grandes aprendizagens e que tem sido, se calhar, um passo em frente no ensino superior, porque no ensino básico e secundário esta experiência já existe, tem sido a avaliação consensualizada. Desde o princípio que, tanto estudantes como docentes, conhecem critérios de avaliação. Nós fazemos uma proposta e essa proposta é discutida, os critérios vão sendo alterados e para cada critério há níveis de desempenho. No princípio os docentes avaliavam de um a quatro, mas vimos que alguns tinham alguma dificuldade em distinguir entre esses níveis, especialmente os últimos, e passamos agora, para cada um dos níveis, a uma avaliação de zero a vinte. É mais fácil para os docentes do ensino superior, que vão avaliando criteriosamente, com níveis de desempenho com as rubricas, e o que está

consensualizado é posto na plataforma de e-learning e fica acessível tanto aos docentes como aos estudantes. Desde o princípio do ano letivo que, tanto docentes como estudantes, sabem disso. A outra questão que eu acho que é favorável neste doutoramento tem sido uma coisa que o Luis já falou há bocadinho que é a possibilidade de haver apresentações intermédias não avaliadas. Cada projeto que eles façam, ou mesmo em cada unidade curricular (UC) (mesmo que não tenha esta metodologia de projeto) os estudantes têm possibilidade de ter uma avaliação qualitativa, com uma discussão alargada a todos os docentes, com propostas de melhoria e isso não tem nota, não é classificado. Essa apresentação intermédia é muito útil para os estudantes. O mesmo acontece nos seus projetos de tese. Vão tendo várias sessões assim, até à última que tem que ter uma nota, uma avaliação quantitativa. Este processo também contínuo de uma avaliação que é formativa, e os estudantes sentem que é um processo positivo para a melhoria da sua aprendizagem e daquilo que estão a fazer, seja um projeto, seja uma proposta qualquer. Tem sido uma mais-valia deste doutoramento.

**Luis Goulão.** Deixe-me só acrescentar que além da situação problema, também no desenvolvimento dos seus projetos de tese no 2º semestre os estudantes vão recebendo *feedbacks* vários, porque são várias unidades curriculares que apoiam este percurso de escrita do projeto final. Os estudantes acabam por receber no mínimo três *feedbacks* intercalares e algumas avaliações, sempre olhando para o mesmo projeto que vai sendo construído. Por exemplo, na primeira unidade curricular em que se lhes pede uma ideia inicial do que gostariam de estudar - a unidade curricular de *Inovação e Empreendedorismo*, pede-se aos estudantes uma ideia que possa ter impacto. Depois prosseguem com a disciplina de *Métodos e Técnicas de investigação* e aí pede-se-lhes que pensem este cruzamento socio ecológico, do ponto de vista de como é que com metodologias das ciências sociais, metodologias das ciências naturais, métodos quantitativos, métodos qualitativos, abordagens mistas, abordagens múltiplas etc. eles constroem uma abordagem para responder a uma questão. A unidade curricular *Seminários* é o “chapéu” do desenvolvimento do projeto de tese, quando, de facto, apresentam a versão completa do seu projeto. Nota-se uma evolução. Muitos vão maturando as suas ideias, sem mudar substancialmente o objetivo, mas há sempre dois a quatro estudantes que apresentam um projeto de tese muito diferente da ideia que apresentaram no início. Todos os estudantes assistem às apresentações dos projetos de tese uns dos outros, bem como ao *feedback* dos diferentes docentes, pois a combinação de docentes que dá o *feedback* não é a mesma. São inicialmente os docentes da unidade curricular *Inovação e Empreendedorismo*, depois são os docentes da unidade curricular de *Métodos e Técnicas de investigação*, e finalmente de *Seminários I*. Nós abrimos sempre estas sessões a todos os docentes do doutoramento. Quem tem disponibilidade participa, mesmo que não esteja envolvido nas unidades curriculares específicas e contribui com o seu *feedback*. Mas, o facto de os estudantes assistirem ao debate, ao *feedback*, às sugestões que são dadas aos trabalhos dos outros colegas e por estarem sempre juntos, quando chegam a esta fase, têm uma relação bastante boa. Os estudantes partilham muita coisa, têm os seus grupos do *WhatsApp*, e espaço partilhado na *Cloud*, onde todos eles partilham tudo, até porque no trabalho dos dupletos são quase “obrigados” a isso. Na situação-problema, o diagnóstico é feito em conjunto nos grupos. Isso não é imposto, mas naturalmente acontece. Também nesta fase, por assistirem à discussão que é feita nos trabalhos e nas abordagens dos colegas, nota-se muitas vezes que comentários que são feitos a um grupo ou colega aparecem em melhorias relacionadas num tema completamente diferente de outro grupo ou colega porque ouviu, percebeu, pensou melhor e acabou por melhorar o seu projeto. Não é

um copiar da ideia, mas é um perceber que se a transposição da sugestão aplicada a outro contexto também pode constituir uma melhoria. Outra coisa que é útil é que a avaliação é consensual, tanto na disponibilização prévia dos critérios, como na nota final. A nota final não é a média das notas dos docentes das várias áreas disciplinares. Quando a classificação não é semelhante entre docentes, não fazemos a média, fazemos uma reunião e discutimos os motivos de um ter classificado melhor e outro ter classificado pior e é deste confronto de ideias - porque as áreas disciplinares são diferentes e também nós precisamos do conhecimento do outro para compreender inteiramente – que surge a nota final. Os estudantes têm acesso a um *feedback* qualitativo, não só quantitativo, não têm apenas a nota, mas têm sempre também uma pequena descrição dos pontos que justificam que tenham tido aquela classificação. O principal objetivo não é avaliar - avaliamos porque temos de fazer - mas sim contribuir para que os estudantes terminem o primeiro ano com uma proposta de investigação sólida; afinal a tese é o mais importante.

### **3.7 Oportunidades para a transferibilidade do conhecimento para a prática profissional e construção de colégios interdisciplinares**

**Bernardino Lopes.** Mesmo antes de passarmos à terceira fase do debate, as questões que estão a ser colocadas são tão importantes que eu colocaria mais duas ou três para todos.

Atendendo a que o centro deste debate é a transferência do que aprenderam, investigando o modo como está a funcionar o doutoramento, para contextos profissionais, certamente tiveram que desenvolver ferramentas para os estudantes poderem utilizar para articularem conhecimentos ou para construírem o trabalho de projeto, etc. Essas ferramentas certamente seriam úteis noutros contextos profissionais. É certo que o contexto do vosso doutoramento é singular, mas as ferramentas que desenvolveram talvez possam ser transferíveis. A minha pergunta é: que ferramentas tiveram de desenvolver? Podem falar um bocadinho delas, e de que modo é que elas facilitam ou facilitaram o trabalho quer dos estudantes quer dos docentes?

A outra pergunta tem a ver com a questão que foi colocada pelo Luís Calafate que é a questão do “polímato versus especialista”, que depois foi reformulada pelo Luís Goulão, no sentido “ciências da sustentabilidade versus ciências para sustentabilidade”. A pergunta é: têm alguma maneira de ver até que ponto é que os estudantes passam de uma visão disciplinar, que advém da própria *expertise* dos doutorandos, para uma visão de conhecimento transdisciplinar? Como é que avaliam isto? Como é que veem que o estudante passa dum nível de *expertise* que tem a ver com um conjunto restrito de disciplinas para uma visão que tem a ver com um conjunto muito mais alargado de disciplinas?

A última pergunta é: vocês partem do princípio, aliás explicam isso no artigo, que têm um trabalho de enquadramento teórico, digamos assim, no vosso Colégio doutoral F3. Até que ponto é que esse enquadramento teórico vos facilitou agregar as diferentes áreas de conhecimento com que lidam, que na prática são mais de 40? A pergunta é se esse enquadramento conceptual nesse colégio F3 vos facilitou o trabalho de articulação interdisciplinar ou se tiveram de trabalhar um pouco mais em cima dessa conceptualização preliminar para operacionalizar o trabalho que está na base deste doutoramento?

**Luis Goulão.** Se calhar começava com uma introdução ao Colégio F3, que tem esta designação precisamente por ter uma filosofia colegial. O Colégio F3 é uma estrutura não orgânica

e, fisicamente, não existe na forma de edifício ou instituto. Os colégios na Universidade de Lisboa surgiram por designação do Senhor Reitor no seguimento da fusão da Universidade Técnica de Lisboa com a Universidade de Lisboa (vulgarmente conhecida por “clássica”). A Universidade Técnica de Lisboa tinha as áreas mais das engenharias e das ciências exatas, grosso modo, e as humanidades e as artes estavam na clássica. Algumas Escolas, como o Instituto Superior Técnico que fazia parte da Universidade Técnica de Lisboa, e que por si tem uma dimensão muito significativa, tem várias áreas desde as ciências biomédicas, a arquitetura, até todas as engenharias que o caracterizam. No seguimento desta fusão, o Senhor Reitor entendeu que a criação de colégios interdisciplinares seria uma estratégia eficaz para que docentes e investigadores que pertenciam às duas universidades percebessem melhor que tinham interlocutores e pares que agora fazem parte da mesma casa. Mas os colégios não têm uma estrutura, não são um sítio visitável. É uma rede de todos os investigadores e docentes doutorados da Universidade de Lisboa que a ele queiram pertencer e, no fundo, são um espaço de debate e de *network*. E como disse há pouco, fez com que, sobretudo, as pessoas se conhecessem e que soubessem que, afinal, há colegas em todas as escolas a trabalhar em áreas semelhantes ou em áreas relacionadas. Efetivamente, não se tinha esta perceção e o que o Colégio F3 fez foi por as pessoas em contacto através da promoção destes ambientes multidisciplinares, seja por ciclos de conferências, seja por reuniões, seja por projetos escritos em conjunto. Estas iniciativas levaram a que os colegas se passassem a conhecer e estão a colaborar nas mais diversas iniciativas, o que nos deixa muito satisfeitos. Percebemos que há colaborações que resultam do colégio F3, enquanto *think tank*, espaço de reflexão sobre temas de natureza multidimensional e multidisciplinar que não podiam ser abordados com sucesso por apenas uma ou duas escolas separadamente. Então, criámos alguns núcleos a que chamamos centros de conhecimento. Este doutoramento surge no âmbito destas conversas dos membros do colégio F3. Um conjunto de pessoas começou a discutir estes temas e a identificar a utilidade de se criar um doutoramento, de facto, com esta responsabilidade conjunta. O desenho do doutoramento demorou mais de um ano com reuniões regulares de conjunto seguidas de reuniões específicas para cada unidade curricular até se chegar à sua primeira versão, que tem vindo a ser pontualmente ajustada. Eu dou um exemplo: o colégio F3 é, como já referido, o acrónimo de *Food, Farming and Forestry*, mas, se calhar, devia ser F4 porque nós no final da primeira edição percebemos que para a sustentabilidade era importante (e para Portugal, particularmente importante), as *Fisheries*, ou seja, queríamos reforçar, faltavam as pescas. Fomos, então, convidar docentes da Universidade de Lisboa, para que a segunda edição incluísse também a dimensão da pesca e da aquacultura para a sustentabilidade. Portanto, criou-se um espaço de promoção de pensamento e de ideias que faz com que vão sendo trabalhadas e depois ligeiramente ajustadas, mas não há propriamente um sítio para fazer a visita.

**Cecília Galvão.** Realmente, não há um enquadramento teórico do F3, mas há um enquadramento, uma filosofia conceptual, chamamos-lhe assim, e, portanto, toda a dinâmica que o colégio F3 trazia que é: o ser *bottom up*, ter uma preocupação muito grande por ter as pessoas envolvidas desde o primeiro momento e ir sendo construído com as diversas ideias mesmo contrastantes, foi transposto para o doutoramento. Desta forma, o doutoramento também tem esta filosofia. É evidente que o enquadramento conceptual nós fomos-lo criando, pelas leituras, pela teoria que fomos agregando, não só pelas metodologias de ensino que estão inerentes ao próprio doutoramento, mas até o próprio conceito de transdisciplinaridade foi-se consolidando também na nossa cabeça. Portanto, se virem no artigo há aí a referência à *Zurique Approach*

(McGregor, 2015, Td-Net, 2021) que tem a ver, um pouco, com uma corrente que alicerça esta perspectiva de uma transdisciplinaridade que não é uma junção de conhecimentos, mas é a criação de um conhecimento novo e, portanto, que é conseguida com as múltiplas interdisciplinaridades que se vão construindo e conseguindo. Nem sempre se consegue transdisciplinaridade, e para pegar um pouco na segunda pergunta - como é que nós vemos que o estudante passa de uma visão da sua área, individualizada, disciplinar para uma visão transdisciplinar - isso vê-se na progressão que ele vai fazendo, nas suas intervenções quer nas discussões nas sessões, o modo como ele, por exemplo, pega nos materiais que existem na plataforma, como consegue utilizar os vídeos, os artigos e ir à procura de mais informação, porque nós temos tido estudantes excepcionais. Nesta terceira edição, os estudantes têm que entregar a tal proposta de junção dos diferentes materiais e compor uma integração sob a forma de perguntas, sob a forma de um esquema, qualquer coisa que é criada por eles, para cada uma das sessões. É muito trabalhoso, eles têm que trabalhar semanalmente para duas disciplinas, mas nós vemos isso nas sessões, é muito claro, os que conseguem essa integração muito rapidamente, que vão buscar o conceito de um determinado artigo e relacionam com um vídeo que viram e vão à procura de mais informação; e aqueles que têm muito mais dificuldade e ficam agarrados à sua área específica. Temos também alguns estudantes que demoram muito tempo a sair da sua área específica. Estou a lembrar-me de uma estudante que já trazia um projeto de doutoramento muito bem construído no início do doutoramento e foi uma das pessoas que mais dificuldade teve em sair da sua área. Mas em todas as sessões ela ia buscar um bocadinho daquilo que tinha estudado, foi pesquisar e, com a relação que foi estabelecendo com os seus pares, com os seus colegas, e os professores, no fim tinha um projeto de tese com uma dimensão social que era o que lhe faltava inicialmente. Portanto, digamos que eu não posso dizer que ela atingiu a transdisciplinaridade, mas, se calhar, podemos dizer que ela está no caminho para uma vertente interdisciplinar que não tinha no princípio. Como é que nós vemos a evolução deles? Vemos nas sessões, no modo como congregam os diferentes materiais para construir uma pergunta sua e uma análise sua e vemos nos projetos, no trabalho de projeto, nas soluções, e na forma como contribuem nas discussões coletivas. Eles trazem muito as áreas deles e isso também é importante. Por exemplo, na *Zurique Approach*, nessa perspectiva transdisciplinar também se aprecia a capacidade que o próprio tem para trazer conhecimento que já tem e o modo como o consegue integrar e vemos isso nas discussões coletivas, muitos deles trazem o seu próprio conhecimento e contribuem de uma forma positiva para a discussão em causa, acrescentado algo. E vemos no projeto tese, que é onde nós percebemos que, realmente, o caminho vai no sentido de uma transdisciplinaridade.

Pegando ainda na outra pergunta do especialista e o que sabe tudo. Eu acho que os estudantes ficam aqui com a ideia que nunca vão saber tudo, nem é isso que se pretende, mas é o trabalho conjunto que é necessário no contexto de trabalho, no contexto de investigação. Vai ser sempre necessário para responder ao problema complexo da sustentabilidade. Isso eles chegam aí. Acho que não há ninguém que tenha a veleidade de no fim deste doutoramento ser o “especialista da sustentabilidade”. É impossível, é impossível! Mas sabem que para dar uma resposta que seja aceitável nos dias de hoje, na premência de resolver problemas complexos como as alterações climáticas, as pandemias, ou seja o que for, eles têm, necessariamente, de se ligar a outros, que têm outros conhecimentos, outras valências, e é nesta ligação, nesta construção, que o nosso objetivo de atingir a transdisciplinaridade, provavelmente, se pode conseguir. Aquele esquema conceptual que a *Zurique Approach* nos consegue dar, também é uma

visão que nos permite compreender os diversos níveis em que as pessoas realmente se encontram.

**Luis Goulão.** Outra forma também que ajuda é quando os estudantes frequentam a unidade curricular de *Métodos e Técnicas de investigação* porque nós também sugerimos que eles adotem abordagens mistas, que combinem métodos quantitativos e qualitativos e métodos que são mais frequentes nas ciências sociais e nas ciências naturais ou exatas. É um momento em que se nota que os tranquiliza um pouco pela forma como vão integrar conhecimento, ao serem estimulados para utilizar metodologias de diferentes áreas do conhecimento. Os estudantes fazem por vezes a ligação. Vêm com ideias isoladas da vertente ecológica, da vertente social, e a metodologia proposta ajuda-os a combinar. Às vezes a estratégia passa por ter uma abordagem para conseguir resultados que alimentam a pergunta seguinte, ou ter duas abordagens em paralelo que, depois, são interpretadas em conjunto para dar, então, uma resposta. Quando eles, em *Seminários I*, apresentam, não a metodologia, mas a abordagem metodológica, os docentes conseguem também perceber se os estudantes estão no caminho de pensar de forma mais holística ou não.

**Cecília Galvão.** Quanto àquela pergunta das transferências para contexto profissionais, o que é que nós criamos como ferramentas? Eu não sei muito bem que ferramentas é que criamos dentro do doutoramento, ou se nos apropriamos de algumas ferramentas que já existem. Pusemo-las em prática, e que são ferramentas que são utilizadas noutros contextos, por exemplo, a elaboração da metodologia de projeto não é nossa. Já vem do Dewey, desde o início do século XX, mas ao elaborarmos sobre isto dá ao estudante e aos docentes a visão de que é importante ser rigoroso, por exemplo, ter um bom diagnóstico no processo que têm que desenvolver, no próprio processo de avaliação daquilo que está a viver e, portanto, isto pode ser transposto, toda esta sequência e este rigor; a ligação aos outros, a ligação às diferentes áreas pode ser transposto para outras áreas do ensino básico, do ensino secundário ou no contexto profissional. A avaliação criterial e formativa, a avaliar até competências utilizando critérios e níveis de desempenho e ao fazermos isso no doutoramento, pode ser expandido e utilizado por tantos colegas de outras escolas da Universidade de Lisboa, digamos que também estamos a transpor essa possibilidade. Isto é um contexto que foi transposto, que é transponível. Eu acho que é muito importante perceberem a importância da avaliação formativa, dos estudantes conhecerem os critérios de avaliação desde o início, porque estes estudantes sabem o que é que vale um nível máximo, o que é que nós queremos que eles atinjam com esse nível máximo. É muito descritivo, tem imensa informação lá dentro que eles podem utilizar e isto é uma ajuda. Eu acho que são das ferramentas mais úteis que são transportáveis.

Outra, que não lhe chamamos ferramenta, e que é o espírito de trabalho coletivo que tem sido fantástico e que nós temos promovido e que eu acho que temos conseguido, quer com docentes, não com os 48 docentes ao mesmo tempo, isto faz-se por núcleos, faz-se por grupos, com unidades curriculares, quer com os estudantes. Mas, é este espírito coletivo. Eu acho que é uma das melhores ferramentas que nós fomos criando e que as pessoas transpõem também, e que acabam por transpor para os seus contextos profissionais, e esperamos que os estudantes também façam a mesma coisa. Pegando um pouco naquilo que o Ilídio disse da escola básica e secundária - o que leva a alterar atitudes das pessoas e o que é que pode ser transposto - eu lembrei-me de um princípio que eu acho que é muito importante do Philippe Meirieu, ele dizia que “fazer, fazer aqui para que eles depois possam fazer lá”, isto num contexto de formação de professores. Por exemplo, se os nossos professores não viverem as situações, laboratoriais, de

discussão, de pensar holisticamente, de trabalhar com os outros, vão ter muita dificuldade, como professores, em fazer isso com os seus estudantes na escola básica e secundária. Este é o nosso princípio: os nossos estudantes vivem o contexto, trabalham num contexto real, trabalham em grupo, discutem com áreas diferentes para que em contextos de trabalho, e depois das suas teses já desenvolvidas (ainda não temos nenhuma) eles possam ser os profissionais, não os “tais sabichões”, não os “tais que sabem tudo”, mas que recorrem às diferentes áreas para poderem construir algo novo. A transdisciplinaridade, que é um fim que não sei se se atinge alguma vez, mas que vamos trabalhando para isso. Não sei se respondi.

**Bernardino Lopes.** Sim, sim. Fica aqui o desafio para escreverem um artigo só sobre isso. Vai ser muito importante para muita gente.

**Cecília Galvão.** Só sobre o quê? Só sobre as ferramentas?

**Bernardino Lopes.** Sim, sobre as ferramentas. Há aqui coisas que estão a assumir que não são ferramentas, mas de facto são. Por exemplo, o modo como se organizam constituindo núcleos é uma ferramenta, obviamente. Devem ter um modo de fazer isso. E esse modo de fazer, que pode ser diferente em contextos específicos, é importante. Há aí um critério qualquer que utilizam para fazer isso, qual é?

**Cecília Galvão.** Deixe-me interromper... um dos critérios melhores para isto tudo, eu acho que vocês já perceberam, é o nosso entusiasmo. Este é o maior critério possível. E eu devo dizer que a equipa de coordenação, toda, e somos quatro a começar pela Wanda, que é uma entusiasta, e que, digamos que temos na nossa essência o entusiasmo com aquilo que fazemos e vamos contagiando um bocadinho. Eu acho que o contágio pelo gosto de estar a trabalhar é uma ferramenta excecional. Mas está-nos a lançar um bom desafio! Para nós pensarmos, não é para escrever o artigo, é para pensarmos, realmente, o que é que são as mais-valias e o que temos alcançado em concreto e como podemos evoluir.

**Bernardino Lopes.** A vossa experiência em concreto não será fácil de transpor, mas as ferramentas que utilizam, essas são.

**Cecília Galvão.** É verdade.

#### **4. COMO PODEREMOS PERSPETIVAR UMA AGENDA PARA ESTA RELAÇÃO INVESTIGAÇÃO-PRÁTICA TENDO COMO HORIZONTE A AGENDA 2030?**

**Bernardino Lopes.** Ilídio e Luís Calafate, as vossas questões sobre a Agenda 2030.

##### **4.1 Educação para todos**

**Ilídio André Costa.** Peço desculpa, mas eu não resisto: ouvir-vos é extraordinário. Perceber que o que se passa no ensino básico e secundário também se passa no ensino superior... Imaginem o trabalho realizado no âmbito deste artigo, mas num contexto em que o entusiasmo dos professores é baixo, como no ensino básico e secundário. Contudo, esta é a realidade das escolas portuguesas. Estamos a trabalhar interdisciplinarmente com base, por exemplo, em domínios de autonomia curricular que, no fundo, são estas componentes de diálogo entre disciplinas, e depois não há este entusiasmo do professor, porque não se alteraram as suas crenças. Sem essa alteração nas crenças, vamos passar por reformas educativas, atrás de

reformas, perdendo oportunidades incríveis. Não sei se o Bernardino quer que me pronuncie sobre aquela questão da Agenda 2030?

**Bernardino Lopes.** Sim.

**Ilídio André Costa.** Relativamente a esta segunda parte eu não abordarei, tanto como o Luís Calafate, a Agenda só da perspectiva da sustentabilidade. Eu olhei para o que é que na agenda remete para o diálogo entre investigação e a prática (à parte um bocadinho da sustentabilidade). O que nós vemos na Agenda é que se a sustentabilidade está entre os seus objetivos, a educação é o alicerce de todos eles. Assim, garantir o acesso a uma educação inclusiva, de qualidade, equitativa e ao longo da vida implica, logo à partida, que não podem existir duas educações: uma educação para as elites e outra para as massas. Eu prometi aqui não enveredar pela questão política, mas a verdade é que seria bom refletirmos um bocadinho se educação básica e secundária que estamos a ter não está a criar uma clivagem. Temos escolas construtoras de currículos, com grandes oportunidades e escolas onde essas oportunidades não vão surgindo. Portanto, é muito importante que a “agenda que se pretende construir, para a Agenda 2030” inclua uma preocupação de como chegar a quem não conhece de todo a investigação, de quem não conhece a ciência. Não falo de quem, por sua vontade, conhecendo não se quer envolver com ciência. Falo de quem não se quer envolver porque nunca teve a oportunidade de conhecer e, assim, não pode decidir se quer, ou não, envolver-se. Isto é ainda mais importante na tal aprendizagem ao longo da vida que a Agenda 2030 nos propõe. Eu, de certeza, que ao longo da minha vida não vou querer aprender sobre aquilo que não conheço e, enquanto adulto, já não tenho uma escolaridade obrigatória que me introduza em temas que, durante essa mesma escolaridade obrigatória, não foram introduzidos. Eu volto à parte inicial onde falava do tal efeito professor e o efeito da escola, como desmultiplicador de influências, e aqui, também, como forma de poder chegar a estes adultos, na sua aprendizagem ao longo da sua vida. Também a própria Agenda dá ênfase à formação dos professores. Já se falou aqui um bocadinho da formação inicial, mas também temos que pegar naqueles professores que já estão no sistema; que formação é que se está a exigir estes professores? Vou concluir recordando o mote que o professor Bernardino nos lançou: como é que se perspectiva uma agenda para esta relação investigação e prática? Da experiência que temos acumulado, também cá no Instituto Astrofísica e Ciências do Espaço, vemos que é preciso:

- que da investigação emanem produtos que visem a prática educativa no ensino básico e secundário. Tal pode ser encetado por iniciativa dos gabinetes de comunicação que existem na maior parte das unidades de investigação;

- atuar sobre as crenças dos docentes, estimulando processos de desenvolvimento profissional que incluam reflexões sobre a investigação e o currículo. Nós, professores do ensino básico, e aqui é uma opinião muito subjetiva, parece que estamos sempre a ser vistos como proletários. Nós não somos proletários: somos uma profissão intelectual. Somos nós que construímos o currículo, para aquele contexto turma que temos à nossa frente. Isto implica que sejamos valorizados, já nem falo aqui da questão remuneratória, mas, acima de tudo, a valorização do nosso papel e que passa, conluo, por dar tempo para sermos aquilo pelo que nos apaixonamos: ser professor.

#### 4.2 Os professores incluídos nas perspectivas de investigação e de prática

**Cecília Galvão.** Eu concordo com aquilo que disse. Tudo isso é muito importante, não pode ser de uma forma retórica. Os professores estão fartos de retórica. O Luis Calafate sabe, tão bem quanto eu, o que é trabalhar com os professores na formação inicial e na ligação às escolas. Eu conheço-o muito bem da formação do mestrado em Ensino de Biologia e Geologia. Os nossos professores cooperantes, por exemplo, são extraordinários e quando trabalhamos com eles e com os nossos estudantes vemos isso acontecer. É uma investigação que também tem repercussões na prática e esse conhecimento vai evoluindo, não porque nós dizemos, os professores universitários dizemos, o que eles têm que fazer, não, mas porque trabalhamos com eles e aceitamos também as propostas que nos fazem. Há aqui um duplo sentido: os professores têm que ser também incluídos nessas perspectivas de investigação e de prática.

**Luis Calafate.** Sinteticamente, agarrando na proposta de perspetivar uma agenda para esta relação investigação-prática tendo como horizonte a Agenda 2030, eu iria agarrar no doutoramento em Ciências da Sustentabilidade. Ao pretender atingir a transdisciplinaridade - até no artigo tem uma frase numa caixinha que é “cruzando as várias áreas disciplinares” - eu tenho a impressão que se pode resumir, assim, uma agenda: este doutoramento em Ciências da Sustentabilidade, que tem por aspiração a transdisciplinaridade, deverá construir os seus próprios conteúdos e métodos (tenho a impressão que é isso que fez ao longo destas quatro edições), de modo a permitir a apreensão de uma realidade multidimensional, complexa e estruturada a vários níveis. Resumindo numa frase: a transdisciplinaridade consiste em reunir os saberes para além das disciplinas. Não é disciplinar nem multidisciplinar, nós não estamos a ver a partir de cada disciplina... e isto é que é a dificuldade. Este é que é o grande desafio com vista à agenda que nos é proposta pelas Nações Unidas, conseguir uma construção partilhada com vista a uma forma de conhecimento comum.

#### 4.3 Sustentabilidade: começar o quanto antes

**Luis Goulão.** Nas propostas que surgem neste doutoramento, a partir da situação problema, a dimensão da educação, especialmente no ensino básico, está presente na quase totalidade dos trabalhos. É interessante que eu ensino política alimentar, noutros cursos e noutros graus, e, frequentemente, peço aos meus estudantes propostas para políticas alimentares e esta questão da alimentação, e no fundo da sustentabilidade, aparece plasmada também. A alimentação relaciona-se com praticamente todos os Ministérios e não temos um Ministério da Alimentação. É algo complexo e multisetorial e quando aparecem as propostas dos estudantes, quer neste doutoramento, quer nos outros cursos em que eu leciono e coloco desafios semelhantes, o resultado sugere que a solução para a política alimentar (ou o Ministério principal para a política alimentar) não está na Agricultura, não está na Economia, não está na Proteção social, mas está na Educação. Isto ficou-me no pensamento, porque 95% das propostas, no mínimo, têm a ver com formação nas escolas; com o educar as crianças. E, de facto, o papel dos professores desses graus é fundamental. O que resulta dos grandes debates é o facto dessa componente estar incluída, de facto, no currículo desde o ensino básico e que é a solução, ou parte da solução, para a sustentabilidade, porque isto implica uma mudança de atitude e uma mudança de comportamento. Portanto, mais importante do que saber como vamos incluir estes conteúdos no ensino básico, é garantir que os conteúdos sejam bem lecionados no ensino básico porque será mais difícil trabalhá-los à frente e ter profissionais que trabalhem a sustentabilidade.

Esta dimensão implica uma mudança de atitude que só se consegue com as crianças, e a partir das crianças. Depois sabemos que passa para as famílias, mas é na educação dos mais novos que se apoiam 95% das propostas que nós recebemos relativamente à sustentabilidade.

#### **4.4 Sustentabilidade, desenvolvimento de competências e ciência cidadã**

**Carla Morais.** Obrigada a todos por esta sessão extraordinária. É entusiasmante ver o entusiasmo com que falam deste tema e desta experiência de investigação e de prática que hoje tivemos o gosto de estar aqui a discutir. Eu tomei várias notas durante a nossa conversa, portanto, muitas perguntas que eu tinha aqui, muitos comentários, também já foram feitos. Não sei se é a vantagem ou a desvantagem de tomar a palavra mais no final. Mas há aqui só uma ou duas ideias que eu tomava a liberdade de partilhar convosco. Uma delas, que me foi ocorrendo à medida que estava a ouvir-vos e da leitura que fiz do artigo: parece-me que este doutoramento que desenvolveram de Ciências da Sustentabilidade tem um potencial, e corrijam-me se não entenderem neste sentido, de alguma aproximação, porventura, à abordagem de ciência cidadã, no sentido em que há uma necessidade, há problemas reais, há uma sociedade civil, que deve, pode, e tem todo o sentido ser chamada também para este contexto de contribuição, há o diagnóstico, como parte importantíssima da abordagem do trabalho de projeto e também o é para a ciência cidadã. Claro que os patamares de desenho desta experiência, dessa abordagem de ciência cidadã podem ser de nível mais colaborativo ou cocriativo, onde toda esta disciplinaridade queremos que seja inter e trans se podem jogar com diferentes protagonismos. Este é um aspeto que me parece muito interessante, e que começando por aqui pode chegar a essa abordagem mais de cidadão e de participação na construção da própria ciência. Outro aspeto que também partilhava convosco, e que o artigo também toca de forma muito clara, são as competências para a pedagogia da sustentabilidade, competências normativas, estratégicas, entre outras. E aqui era mais uma pergunta que é: às vezes desenvolver tudo isto é muito difícil, portanto, obviamente que exige muitas experiências educativas, muitos instrumentos de avaliação, enfim, há aqui todo um conjunto de requisitos muito grande. Para nós começarmos um bocadinho mais cedo, o que é que é esta agenda de comunhão investigação e prática se poderia fazer de forma diferente, para que fossemos desenvolvendo competências, em vez de ter que se desenvolver tudo quando chegamos a um terceiro ciclo de estudos? No vosso artigo também dizem (e como já aqui foi trazido para a discussão): o ainda não sabermos trabalhar em grupo, isso ainda oferecer uma certa dificuldade, a gestão do material, um pouco na linha do *flipped classroom* - o material chega, eu faço a gestão, e depois eu sinto-me capacitada para participar numa discussão. O que é que se pode fazer mais cedo, para que isto, quando chegarmos a este ciclo de estudos o façamos já com um pouquinho mais de competência? O meu último ponto tem a ver com a formação de professores de que também já falamos, para que não tenha que se fazer mais, mas tenha que se fazer melhor. Portanto, como é que nós, que vamos estando todos envolvidos na formação de professores, como é que nós podemos oferecer estas propostas aos nossos professores? Como é que os podemos envolver nisto para que nas escolas consigam replicar e replicar bem, sem angústias, sem se sentirem abandonados e incapazes de todo este trabalho que é olhar para a sustentabilidade. No caso do currículo da Físico-química, nós temos no 11º ano, na componente de Química, uma tentativa, eu chamo-lhe tentativa porque a mancha curricular é mesmo muito diminuta, em que se trabalha um bocadinho a questão da sustentabilidade por via da Química Verde. Mas é uma abordagem muito conceptual, direi eu, e talvez pouco se coadune pouco com a conceito de sustentabilidade que estamos aqui a discutir.

**Cecília Galvão.** Eu não sei se é para responder alguma coisa, mas acho que a Carla foi muito clara e só me apetece dizer: tudo se pode fazer o mais cedo possível. Eu tenho trabalho de projeto com crianças da pré-primária. Tive uma estudante de doutoramento com questões de *inquiry* com criancinhas do jardim infantil, em que foram elas próprias que desenvolveram um projeto sobre os dinossauros e depois tenho as narrativas das crianças com uma lucidez, um questionamento extraordinário. Quanto mais cedo nós conseguirmos introduzir na escola metodologias ativas, de discussão, de dúvida, criar ceticismo, pô-los a discutir, eu acho que ganhamos todos; não é preciso ser de sustentabilidade, seja daquilo que for. Acho que as crianças quanto mais cedo contactarem com modos de olhar o mundo de forma holística melhor; e eles são integrados por natureza, se calhar os mais interdisciplinares ou mais transdisciplinares são as crianças muito pequenas. Para eles existem os fenómenos, não existem as disciplinas. Eles querem uma explicação científica daquele fenómeno, eles querem compreender e isso é a verdadeira essência da transdisciplinaridade. E é isso que se perde ao longo da escola, infelizmente, porque ensinamo-los a ficar espartilhados muito cedo, logo desde a primária com a hora da matemática, hora do português, hora de não sei quê, quando poderíamos fazer outro género de escola e com outro género de currículo. Agora, eu também tenho que dizer que conheço professores do ensino básico e secundário extraordinários, só que as pessoas também se cansam, porque depois têm as outras regras, têm os outros que não querem, têm os outros que dizem que não vale a pena... mas há aqueles que continuam a trabalhar nisto. Eu agradeço imenso, foi uma discussão extraordinária, as vossas perguntas foram muito boas e fazem-nos pensar. Eu tenho a certeza de que o Luís está ali já a congeminar outros modos de melhorar tudo aquilo que fazemos, não só no doutoramento, mas também em outras áreas e na formação de professores sobretudo. Eu também faço formação de professores do mestrado em Ensino de Biologia e Geologia e procuro também fazer esta ligação. Tenho uma experiência de Ciência e Arte através de um livro do Saramago que também foi espetacular com estes estudantes de mestrado de ensino.

**Luis Goulão.** Eu não sou das Ciências da Educação nem de áreas relacionadas com pedagogia, sou “um utilizador”, mas não sou um estudioso e tenho estado a aprender imenso por força de também estar associado a este doutoramento, por minha vontade... A dificuldade de trabalhar em grupo, na minha opinião está muito associada com a questão da avaliação e da forma como ela é imposta. As crianças começam a senti-lo, e, mais tarde, sobretudo no ensino secundário, acredito que se perde um bom trabalho de grupo em potencial por força da preocupação com a classificação. A nota condiciona o *feedback* e a recompensa em casa, e em última análise pode condicionar uma entrada na universidade nos ciclos de ensino seguintes. Portanto, o ter alguma tolerância para incorporar uma determinada ideia quando há a perceção que tal pode significar obter pior notas ou para aceitar um colega no grupo que seja menos interessado, às vezes, dificulta o trabalho em grupo. Eu imagino que tanto nos níveis básico e no secundário isso seja importante, mas até mesmo aqui no doutoramento isso se nota. Chegou-se a notar algum conflito nas fases mais iniciais nos trabalhos, depois resolve-se, mas percebe-se alguma preocupação excessiva que procuramos retirar completamente. Há uma preocupação muito grande com a nota, e um foco único com o que contribui para a nota e o que vai ser avaliado, e isso às vezes dificulta o trabalho de incorporar outras dimensões. Tem de haver uma avaliação que também contemple essa integração, e muitas vezes não há.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os editores agradecem a disponibilidade dos autores do artigo, o qual serviu de (pre)texto para articular e debater a investigação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, entre investigadores e educadores na temática relacionada com a sustentabilidade. Agradecem, em especial, aos autores Cecília Galvão e Luís Goulão e aos educadores Luís Calafate e Ilídio André Costa a contribuição para este debate.

Desta mesa redonda destaca-se o reconhecimento de que os profissionais do século XXI devem possuir conhecimento científico sólido e ter a capacidade de mobilizar para compreender as interações entre sistemas globais, naturais, sociais e humanos, e como essas interações afetam desafios da sustentabilidade com que a sociedade se defronta. O doutoramento em Ciências da Sustentabilidade, da Universidade de Lisboa, procura responder a este repto oferecendo um programa inovador que visa a interdisciplinaridade e a indagação de soluções para a resolução de problemas reais, com a participação da sociedade e dos cidadãos.

No âmbito deste doutoramento foi implementada a metodologia de trabalho de projeto, com base numa perspetiva de *inquiry*, e abordadas diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável, com vista à criação de uma solução interdisciplinar para um problema de sustentabilidade desafiado pela produção e consumo alimentar. Os respetivos estudantes reconheceram a importância desta abordagem metodológica na sua formação, como profissionais e cidadãos, permitindo-lhes: uma melhor perceção da relação entre teoria e prática, trabalhar uma situação real de acordo com as perspetivas e problemas baseados no contexto, aprender matérias diversas e úteis para a solução de problemas da vida real; constituindo-se, tal, como uma aquisição muito importante quando se trata de uma área ampla como a sustentabilidade.

Como foi enfatizado pelos autores do artigo, não se pretende que os estudantes sejam “super-pessoas” que sabem de tudo, mas antes que reconheçam que “dependem de outros para construir esta ciência da sustentabilidade”, ou seja, cada um deles não sabe todas as áreas, nem vai ficar a saber, mas o importante é que eles “sintam” que numa situação real, de trabalho, eles precisam dos conhecimentos diversos que outras pessoas lhes trazem. Importa sublinhar a ideia de que é o trabalho conjunto que é necessário, que vai ser sempre necessário para responder ao problema complexo da sustentabilidade.

Foi notado que a sustentabilidade económica, social e a sustentabilidade ambiental eram trabalhadas disciplinarmente e podiam ser porque tinham escalas temporais diferentes. Com a emergência climática, a sustentabilidade ambiental foi trazida para o curto prazo para o imediato. As respostas têm que ter também em conta o económico e social daí os discursos e investigação e a prática necessitarem de trazer a interdisciplinaridade e de trazer novas ciências: as ciências da sustentabilidade.

Atentando à *Zurique approach* - uma corrente que alicerça esta perspetiva de uma transdisciplinaridade que não é uma junção de conhecimentos, mas é a criação de um conhecimento novo e, portanto, que é conseguida com as múltiplas interdisciplinaridades que se vão construindo e conseguindo - a mesa redonda permitiu também salientar que o corpo docente do doutoramento em Ciências da Sustentabilidade foi percebendo que trabalham melhor por estarem também expostos a esta interdisciplinaridade, tendo eles próprios dado contributos de

multidisciplinaridade para o desenho do curso e das suas unidades curriculares que resultaram no enriquecimento transformativo com entendimentos interdisciplinares da sustentabilidade.

Muito enfatizada nesta mesa redonda foi também a transposição desta investigação e das ferramentas desenvolvidas para outros contextos pedagógicos, com o envolvimento ativo dos professores, em particular, dos professores dos ensinos básico e secundário. Foi sinalizado que se trata de uma investigação que também tem repercussões na prática e esse conhecimento vai evoluindo, no trabalho direto com os professores e também na aceitação das propostas feitas por eles. Há aqui um duplo sentido: os professores têm que ser também incluídos nessas perspectivas de investigação e de prática.

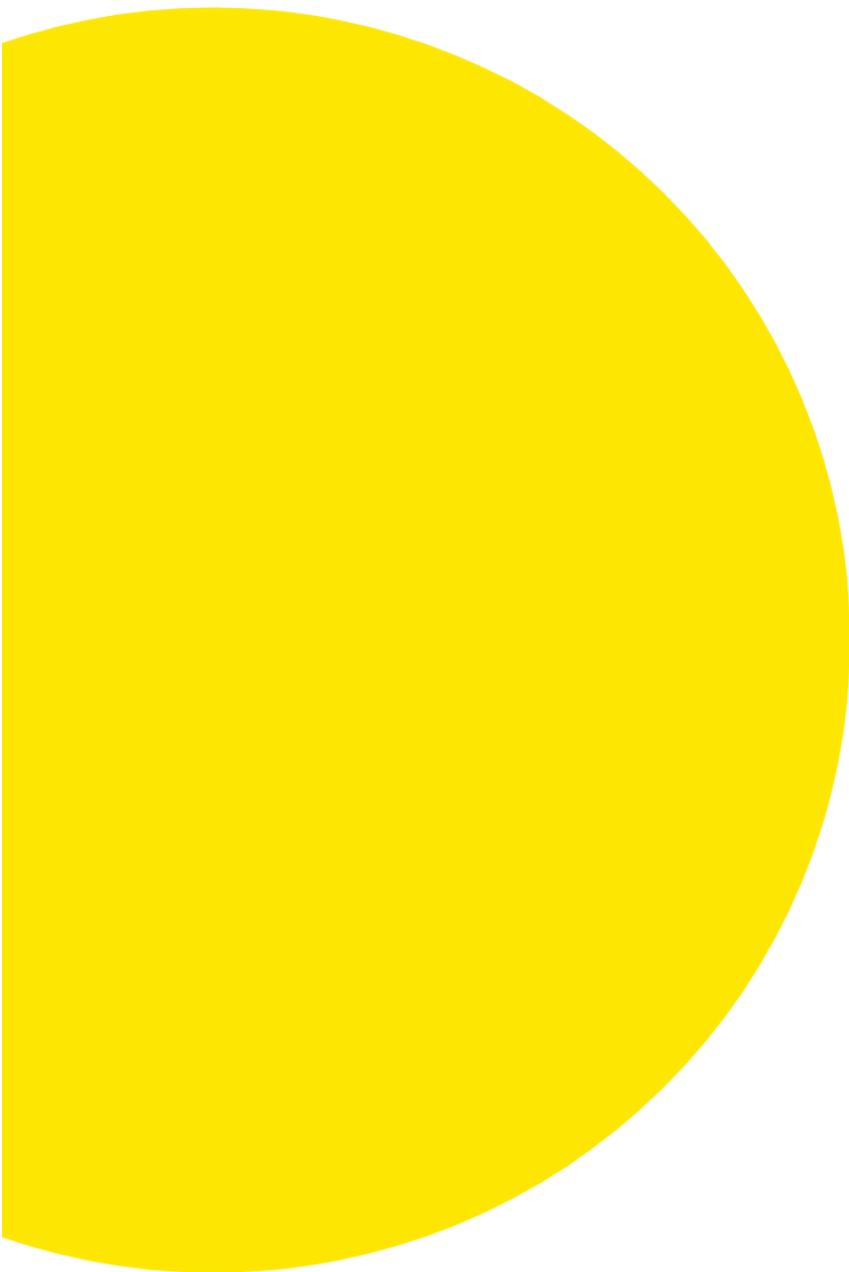
No seguimento das ideias que se apresentaram no terceiro momento da mesa redonda, no contexto do desenvolvimento sustentável proposto pela Agenda 2030, aparecem como imperativos fundamentais a introdução das questões de sustentabilidade o mais cedo possível no percurso académicos dos estudantes e numa dinâmica de aprendizagem ao longo da vida.

O potencial de alguma aproximação à abordagem de ciência cidadã foi também destacado, no sentido em que há uma necessidade, há problemas reais, há uma sociedade civil, que deve, pode, e tem todo o sentido ser chamada também para este contexto de contribuição.

As sinergias entre investigação e prática educativas nem sempre são imediatas e fáceis de transpor. Contudo, este é um desafio a que nos deveremos manter permanentemente atentos. Ser proactivos para, desta forma, maximizarmos o impacto da relação investigação e prática na qualidade da formação inicial e continua dos cidadãos. O desiderato que se almeja é aumentar de forma notória a sua literacia científica, matemática e tecnológica para que possam ser intervenientes, decisores e agentes informados na sociedade que todos desejamos sustentável.

## REFERÊNCIAS

- Galvão, C., Faria, C., Viegas, W., Branco, A., & Goulão, L. (2020). Inquiry in higher education for sustainable development: crossing disciplinary knowledge boundaries. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(2), 291-307. DOI 10.1108/IJSHE-02-2020-0068. <https://www.emerald.com/insight/1467-6370.htm>
- McGregor, S. L. T. (2015). The Nicolescuian and Zurich approaches to transdisciplinarity. *Integral Leadership Review*, 15(3) <http://integrallleadershipreview.com/13135-616-the-nicolescuian-and-zurich-approaches-to-transdisciplinarity/>
- Td-Net (2021). Network for Transdisciplinary Research [acedido em outubro de 2021: <https://transdisciplinarity.ch/en/uber-das-td-net/>]
- 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 DE “THE PRECIPICE - EXISTENTIAL RISK AND THE FUTURE OF HUMANITY” (2020) DE TOBY ORD**

CRITICAL REVIEW OF “THE PRECIPICE - EXISTENTIAL RISK AND THE FUTURE OF HUMANITY” (2020) BY TOBY ORD

RESEÑA CRÍTICA DE “THE PRECIPICE - EXISTENTIAL RISK AND THE FUTURE OF HUMANITY” (2020) DE TOBY ORD

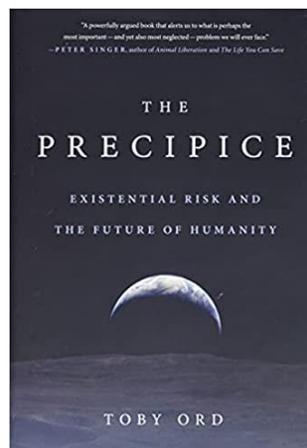
**J. Bernardino Lopes**

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

O livro “The Precipice - Existential Risk and The Future of Humanity” (2020) é um longo ensaio (480 pp) do filósofo Toby Ord da Universidade de Oxford, que trabalha, nas suas próprias palavras, sobre as grandes questões que o ser humano enfrenta. Trata o seguinte problema: como identificar, prevenir e reduzir os riscos existenciais que podem conduzir à extinção do Homo Sapiens ou a um colapso civilizacional.

A tese central do livro é: a humanidade tem um enorme potencial para se desenvolver nos próximos milhares de anos, mas “salvaguardar o futuro da humanidade é o desafio definitivo do nosso tempo. Pois estamos num momento crucial na história da nossa espécie. Alimentado pelo progresso tecnológico, o nosso poder cresceu tanto que, pela primeira vez na longa história da humanidade, temos a capacidade de nos destruir - cortando todo o nosso futuro e tudo aquilo em que nos poderíamos tornar” (p. 3).

A humanidade está, pois, à beira do precipício, mas tem condições para sair dele e prosperar. É este o ponto de partida e a ideia central de todo o livro.



**Figura 1** Capa do livro - *The Precipice - Existential Risk and The Future of Humanity* (2020) by Toby Ord.

No sec. XX a percepção pública de um verdadeiro risco existencial aconteceu com a proliferação das armas nucleares e a escalada que daí resultou tornando concretizável a possibilidade de a humanidade se extinguir. No sec. XXI o verdadeiro risco existencial, na percepção pública, é as alterações climáticas. Ambos são de origem antropogénica. Toby Ord analisa-os a ambos, mas a sua obra tem outro fôlego, outra ambição e um enquadramento bastante mais geral do problema dos riscos existenciais. Por exemplo, chama a atenção para um risco existencial para o qual não temos sido prudentes: o desalinhamento entre o desenvolvimento da inteligência artificial, de um lado, e a investigação sobre sua segurança, de outro (Bostrom, 2014).

Há uma enorme separação entre o poder que a humanidade tem atualmente ao seu dispor, devido ao conhecimento científico e tecnológico que tem, e a sabedoria necessária para lidar com ele. E este hiato está a aumentar potenciando os riscos existenciais. O problema de como lidar com os riscos existenciais é colocado à escala dos cerca de 200 mil anos que a humanidade já leva e dos muitos milhares que ainda pode ter para prosperar.

“The Precipice” além de estar bem escrito, está bem argumentado e assenta em muitos dados científicos e de organizações internacionais reportados em notas que ocupam quase um terço do livro (132 pp). Combina considerações filosóficas com evidências de variadas disciplinas científicas. É um marco na forma como a humanidade pode e deve lidar com o seu futuro. Sistematiza o conhecimento no campo dos riscos existenciais. Além disso, apresenta várias ferramentas para se lidar com eles e estima o valor de cada um dos riscos naturais e antropogénicos e como se combinam. Finalmente, apresenta uma estimativa do risco global que a humanidade enfrenta que pode conduzir à extinção ou ao colapso da civilização. Em suma, Toby Ord mostra que o problema dos riscos existenciais é 1) sério, 2) solucionável e 3) negligenciado, cumprindo os três critérios apontados por MacAskill (2016) para se considerar os problemas de longo prazo em vez dos de curto prazo.

Na parte um do livro, com dois capítulos, Toby Ord começa por nos lembrar que o Homo Sapiens na escala temporal da vida na Terra é muito recente. Ainda não atingiu o seu potencial que pode ser promissor. Poderá resolver os muitos problemas que a humanidade desde há muito almeja. De seguida precisa o conceito de risco existencial seguindo as ideias de Bostrom (2013) e as diferentes formas de catástrofe existencial em que a humanidade pode cair: extinção ou um irrecuperável colapso civilizacional ou uma irrecuperável distopia. Uma catástrofe existencial não é apenas a destruição de um grande número de vidas (por exemplo 99% das pessoas). É, sobretudo, a destruição do potencial da humanidade tornando-a incapaz de recuperar civilizacionalmente. Finalmente, descreve e explica por que a humanidade está a negligenciar os riscos existenciais e chama a atenção para a enorme responsabilidade ética de levarmos a sério este problema. Reclama uma ética de longo prazo (*longtermist ethic*) e chama a atenção para o significado cósmico da humanidade. Defende que o risco existencial é um problema novo para a humanidade, mas temos de aprender a lidar com ele. Na verdade, nunca tivemos que enfrentar uma catástrofe existencial que acabasse com a história humana, pois nós ainda estamos aqui!

A parte dois do “The Precipice” tem três capítulos. No primeiro Toby Ord analisa os riscos existenciais naturais (colisões de asteroides e cometas, supervulcões, explosões estelares e outros riscos naturais). Nos dois seguintes Toby Ord centra-se nos riscos existenciais antropogénicos. Um, nos riscos existenciais mais conhecidos (armas nucleares, alterações climáticas e destruição do ambiente) e no capítulo seguinte, bastante longo, aos futuros riscos existenciais antropogénicos com base no conhecimento disponível (pandemias antropogénicas,

inteligência artificial desalinhada, cenários distópicos e outros riscos). Toby Ord argumenta com evidências de variadas disciplinas científicas por que estes últimos apresentam uma maior probabilidade de acontecerem. Lembra que a humanidade já dispõe de sistemas de monitorização de riscos existenciais naturais (e.g. monitorização de cometas) e analisa os sistemas de monitorização para outros riscos existenciais concluindo que não dispomos de sistemas adequados ou são de muito menor eficácia.

A parte três de “The Precipice” tem três capítulos todos dedicados ao que é necessário fazer para que os riscos existenciais entrem na lista de problemas com que a humanidade tem de lidar para que tenha futuro. Os problemas do nosso quotidiano são importantes para a sobrevivência dos indivíduos, mas os problemas relacionados com futuro são importantes para a humanidade, pois podem ter consequências irreversíveis que uma ação imediata não consegue resolver (Gates, 2021). No capítulo 6 Toby Ord faz uma quantificação dos riscos existenciais, como se podem combinar e quais são os fatores de risco. Estima que os riscos antropogénicos são cerca de 1000 vezes mais prováveis que os naturais em causar uma catástrofe existencial. Analisa o risco combinado dos riscos antropogénicos e conclui que podem aumentar a probabilidade de acontecerem. Estima que existe a probabilidade de 1/6 de nos próximos cem anos existir uma catástrofe existencial por fatores antropogénicos. Esta probabilidade é, literalmente, jogar à roleta russa com o futuro da humanidade. Analisa e concluiu que os riscos mais prementes são a biotecnologia e o desalinhamento entre o desenvolvimento da inteligência artificial e a investigação da sua segurança. Finalmente, nos dois últimos capítulos Toby Ord traça um horizonte de possibilidades para o futuro da humanidade e a organização institucional que é necessário criar para identificar, prevenir e reduzir os riscos existenciais.

Se a educação diz respeito à preparação das gerações para a humanidade garantir o seu futuro, então os educadores devem ler este livro, pois trata de um assunto que diz respeito ao futuro da humanidade: lidar com o conhecimento científico e tecnológico que tanto pode conduzir a humanidade à prosperidade por longos milhares de anos como à sua extinção ou a um colapso civilizacional.

Convido o leitor a ler “The Precipice”. É uma oportunidade para construir sabedoria para lidar com o poder que o conhecimento científico e tecnológico nos dá.

## REFERÊNCIAS

- Ord, T. (2020). *The precipice: existential risk and the future of humanity*. Hachette Books.
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford: Oxford University Press.
- Gates, B. (2021). *How to avoid a climate disaster: the solutions we have and the breakthroughs we need*. Knopf.
- MacAskill, W. (2016). *Doing good better: How effective altruism can help you help others, do work that matters, and make smarter choices about giving back*. Penguin.
- Müller, V. C., & Bostrom, N. (2016). Future progress in artificial intelligence: A survey of expert opinion. In *Fundamental issues of artificial intelligence* (pp. 555-572). Springer, Cham.

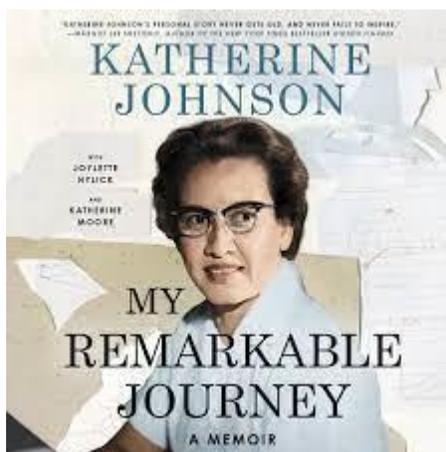
RECENSÃO CRÍTICA DE “MY REMARKABLE JOURNEY” (2021) DE KATHERINE  
JONHSON

CRITICAL REVIEW OF “MY REMARKABLE JOURNEY” (2021) BY KATHERINE JONHSON

RESEÑA CRÍTICA DE “MY REMARKABLE JOURNEY” (2021) POR KATHERINE JOHNSON

**Luciano Moreira**

CIQUP, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal  
lucianomoreira@fe.up.pt



*Figura 1* Capa de *My remarkable journey* por Katherine Johnson

*A minha notável viagem* – tradução possível de *My remarkable journey* – de Katherine Johnson narra em primeira pessoa as memórias de uma mulher negra chegada aos 100 anos de idade que fez carreira como investigadora matemática na NASA (Figura 1).

Nascida em 1918 no sul dos Estados Unidos da América numa família humilde, como a mais nova de quatro irmãos, Katherine Johnson teve uma infância marcada pela aprendizagem precoce das letras e números prenunciando um percurso académico excecional e multifacetado. Formou-se aos 18 anos em francês e matemática pela Universidade da Virgínia Ocidental, casou, teve três filhas, ensinou piano, francês, matemática, dedicou-se ao lar, participou da vida da igreja e da comunidade. Aos 38 anos enviuvou; voltou a casar-se adiante. Em 1953, integra a equipa de *computadores humanos* da NACA (National Advisory Committee for Aeronautics), que viria a dar lugar à NASA (National Aeronautics and Space Administration). Foi condecorada por Barack Obama e tornou-se popular através do filme *Hidden Figures*, baseado no livro homónimo de Margot Lee Shetterly. Viveu 101 anos.

As memórias de Katherine Johnson revelam-nos um percurso único, mas nunca solitário, em tempos de fortes tensões raciais, sexuais e geopolíticas. No entanto, as circunstâncias histórico-sociais nunca foram causa de desesperança. K. Johnson viverá a condição de mulher negra ocidental através de escolhas difíceis, mas conscientes.

Os pais inculcaram nela o valor da educação e do respeito por si mesma e pelos outros. Os professores – evocados pelo nome, porque as memórias de K. Johnson são um exercício de gratidão – das escolas reservadas aos negros estimulam a sua curiosidade intelectual. Será um deles a plantar-lhe o sonho de se tornar uma investigadora matemática.

K. Johnson, porém, não se deixa cegar pelo sonho. A espaços parece mesmo esquecê-lo, como quando abandona o curso de estudos avançados em matemática. K. Johnson contava-se entre os primeiros três negros a frequentar a Universidade de Virgínia Ocidental quando a primeira gravidez a coloca perante um dilema. Confessando que a pressão de ser a primeira negra numa escola branca e mãe pela primeira vez seria excessiva para si, K. Johnson decide pela maternidade. Trata-se de uma escolha consciente, serena e alegre. Passa a viver conjugalmente e tem mais duas filhas. O marido, isento do serviço militar da II Guerra Mundial, adoece gravemente em 1944, pelo que K. Johnson volta a ensinar, desta vez química. Na verdade, ocupa diretamente o lugar do marido em Carnegie, a pedido do diretor.

A integração na NASA parece um acidente na vida do casal. Após uma mudança de residência, K. Johnson candidata-se a uma vaga como *computador humano* em Langley e torna-se, finalmente, uma investigadora matemática. O enredo de *Hidden Figures - Elementos Secretos* nos cinemas portugueses - de 2016 retrata a participação de K. Johnson na missão de John Glenn, primeiro americano a orbitar a Terra, em 1962. Entre o filme e as memórias de K. Johnson há diferenças. K. Johnson nunca teve que atravessar as instalações para usar a casa de banho reservada aos negros. Por outro lado, é verdade que teve de ser ousada para conseguir estar presente nas reuniões reservadas aos engenheiros (homens e brancos) e que o astronauta John Glenn pediu que *a miúda* calculasse a trajetória orbital para validar a que tinha sido gerada pelo computador.

Ainda hoje a ciência está longe de ser democrática. Numerosos obstáculos se interpõem entre os jovens e a ciência. K. Johnson mostra que entre o determinismo social e a ingenuidade há um terreno de ação intermédio. O interesse pela ciência não é dado, mas construído. Por isso, a partir de experiências concretas, a escola e os professores podem criar as condições para que a realidade social se transforme.

## REFERÊNCIAS

Johnson, K. (2021). *My remarkable journey: A memoir*. HarperCollins.

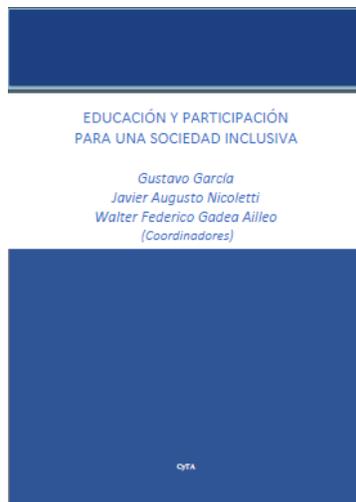
*RESEÑA CRÍTICA DE “EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN PARA UNA SOCIEDAD INCLUSIVA” (2020) DE GUSTAVO GARCÍA Y OTROS*

CRITICAL REVIEW OF “EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN PARA UNA SOCIEDAD INCLUSIVA” (2020)  
BY GUSTAVO GARCÍA AND OTHERS

RECENSÃO CRÍTICA DE “EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN PARA UNA SOCIEDAD INCLUSIVA” (2020)  
DE GUSTAVO GARCÍA E OUTROS

**Vicente de Jesús Fernández Mora**

Universidad de Huelva, España  
vicente.fernandez@ddi.uhu.es



**Figura 1** *Capa del libro - Educación y participación para una sociedad inclusiva (2020) de Gustavo García, Javier Augusto Nicoletti y Walter Federico Gadea Aiello (Coordinadores)*

Un amplio rango de intereses de actualísima pertinencia ha sido abarcado con la selección de autores y estudios aquí compilados. Entre ellos la permanente vigilancia y escrutinio teórico de la formación y disposición moral de los formadores, que son quienes desde la práctica de la virtud dialogante como ejercicio de vida y profesión pueden asumir la construcción de consensos moralmente legitimados para la intervención social y la docencia, pues, como nos dicen los autores del texto “Educación para el cambio”, “la práctica del escrutador social va más allá del dominio de competencias profesionales que habiliten para el desempeño de una profesión requiriendo del aprendizaje de competencias psicológicas que humanicen una forma de entender la vida que es ontológicamente humana y social.” Las viejas y siempre nuevas doctrinas de la virtud adquieren, sin duda, renovado vigor desde esta perspectiva.

Tratar de afianzar, justificando relaciones fuertes de eficacia y funcionalidad, la teoría sobre la Educomunicación con los programas de intervención social es el objetivo del trabajo de Laura Marcela Forero. La autora afronta el difícil trance del trauma de la violencia de género en sectores sociales desfavorecidos en Cartagena (Colombia) para, una vez más, dar cuenta de que como, afirma Amelia Varcárcel “el estatuto de las mujeres ya no pertenece al orden privado, sino al público” y que haya que recordar, una vez más, que “los derechos de las mujeres son derechos humanos”. La idoneidad de diseñar actividades de encuentro y reencuentro de estas mujeres en su difícil itinerario de gestión del trauma atendiendo al trabajo teórico de académicos de la comunicación y la educación valida la legitimidad de la ineludible cooperación de teoría y acción social.

La interesante contribución “El problema epistemológico de las fake news” no puede arrojar sugerencias más acuciantes a los actuales desafíos de la construcción de la ciudadanía en las sociedades liberales democráticas. Dicha construcción social, como el texto reitera, debe cada vez más a la digitalización de la educación y del acceso a la información. La producción de subjetividades radicalizadas con rédito político a través de la ingeniería social acelerada que las redes proporcionan, tiene como utilidad perversa, tal y como nos dicen los autores, “el posicionamiento ideológico extremo de un sujeto (...) para que la mera transmisión de elementos informativos derive posteriormente en la acción por parte del sujeto”.

Por último, este sello editorial no deja de atender a la que es quizá una de las vocaciones que inspira su labor editorial, que últimamente nos viene ofreciendo trabajos con especial atención a los problemas de inclusión y discapacidad, tanto desde la reflexión crítica a partir de las intervenciones transformadoras. Gustavo García reflexiona sobre las necesidades de seguir apostando por derribar barreras epistémicas y físicas que siguen haciendo difícil, y a veces imposible, garantizar el pleno derecho de acceso a la educación para todas las personas independientemente de sus (dis)capacidades.

Esta última reflexión nos sirve para entender que iniciativas editoriales como esta responde precisamente a la necesidad de insistir en la certeza de unas convicciones democráticas y de ahondar igualmente en su profundización y mayor penetración en el todo social, en la mayor y más necesaria participación de todos en la construcción de ciudadanías más democráticas, pues como nos dice tan sabiamente Gadamer, “con nuestra participación en las cosas en las que participamos, las enriquecemos; éstas no se reducen sino que se agrandan. Toda la vida de una tradición consiste precisamente en este enriquecimiento de forma que la vida es nuestra cultura y nuestro pasado: todo el depósito interior de nuestras vidas se está continuamente llenando merced a la participación”

## REFERENCIAS

- García, G., Nicoletti, J.A., y Aiello, W. F. G. (Coord). (2020). *Educación y participación para una sociedad inclusiva*. Buenos Aires: Ciencia y Técnica Administrativa.
- Gadamer, H. G. (1997). La hermenéutica de la sospecha. *Cuaderno Gris*, 3(2), 127-135.
- Valcárcel, A. (2007). Vindicación del humanismo (XV Conferencias Aranguren). *Isegoría. Revista de Filosofía Moral y Política*, 36, 7-61.

**RECENSÃO CRÍTICA DE “UBIRATAN D’AMBROSIO: MEMÓRIAS ESPARSAS EM MOVIMENTO” (2020) DE ANA BAPTISTA**

CRITICAL REVIEW OF “UBIRATAN D’AMBROSIO: MEMÓRIAS ESPARSAS EM MOVIMENTO” (2020)  
BY ANA BAPTISTA

RESEÑA CRÍTICA DE “UBIRATAN D’AMBROSIO: MEMÓRIAS ESPARSAS EM MOVIMENTO” (2020)  
DE ANA BAPTISTA

**Aline Andréia Nicolli & Itamar Miranda da Silva**

Universidade Federal do Acre, Brasil  
aanicolli@gmail.com

*Ubiratan D’Ambrosio é uma voz rara. Suas experiências de vida, assim como sua trajetória, oferecem um quadro animador face ao futuro incerto e oscilante que, continuamente, nos aguarda. (BAPTISTA, 2020)*

Esta resenha se propõe a apresentar memórias de Ubiratan D’Ambrósio. Elas estão reunidas no livro *Ubiratan D’Ambrosio: memórias esparsas em movimento*, cuidadosamente organizado por Ana Maria Baptista Haddad, para permitir ao leitor a compreensão de aspectos da trajetória pessoal, profissional e, principalmente, intelectual do professor, pensador e pesquisador.



**Figura 1** Capa do livro - Ubiratan D’Ambrosio – Memórias esparsas em movimento

A obra apresenta Prefácio, Primeira e Segunda Partes e, por fim, o Posfácio. O Prefácio, de autoria de Ana Maria Baptista Haddad, inicia chamando a atenção do leitor para o fato de que a memória é uma das mais misteriosas e complexas dimensões do ser humano. Além disso, destaca a importância da recuperação das memórias como parte indispensável de um processo contínuo de movimentos e lampejos que permitem lançar um novo ou um outro olhar ao passado. Assim, recuperar as memórias de Ubiratan D'Ambrosio implica reconhecer a trajetória de um ser que sempre desconheceu o cansaço, as paixões tristes e o desânimo, e que, ao olhar suas memórias, se transformava, transformava sua atuação, possibilitava e ainda possibilita, aos outros, transformarem suas atuações neste mundo tão desigual e permeado por injustiças.

A primeira parte nos brinda com um *Relato Autobiográfico* escrito pelo Professor Ubiratan. Neto de imigrantes italianos, desde criança ouvia os avós contando como era a vida deles e, por isso, sempre se preocupou em manter presente em sua vida a sua origem, sua história e suas raízes. Seu Pai, embora formado em Direito, se identificava com a Matemática e, por isso, se tornou Professor de Matemática Financeira. Apaixonou-se e se casou com uma aluna, e desse casamento, nasceu, em 08 de dezembro de 1932, Ubiratan. Em junho de 1939, nasceu Lara, sua irmã, e em novembro de 1942, seu irmão mais novo, Ubirajara. Ubiratan fez vestibular na USP<sup>1</sup>. Obteve, assim, uma formação sólida, no Curso de Graduação em Matemática, com formação em bacharelado [1954] e em licenciatura [1955]. Em 1955, sua família mudou e foi morar na Avenida Pompéia. Logo, a família D'Ambrosio, da casa nº 486, e a família Silva, do nº 476, desenvolveram grande amizade e, em junho de 1958, Ubiratan e Maria José Silva, uma das filhas da família Silva, se casaram. Eles tiveram dois filhos: Beatriz (nascida em 1960 e falecida em 2015) e Alexandre (nascido em 1962). Ubiratan teve quatro netas: Rafaela e Gabriela, filhas de Beatriz, e Maria Eugênia e Maria Alice, filhas de Alexandre. Na sequência, o livro nos permite acessar três entrevistas que apresentam, ao leitor, aspectos articulados da vida e da obra de Ubiratan D'Ambrosio, a saber:

(a) *A primeira entrevista*, dada ao Professor Carlos Roberto Vianna, e textualizada por ele em parceria com Maria Ednéia Martins Salandim, Fábio Bordignon e Leandro Josué de Souza, apresenta as principais experiências pessoais e profissionais vividas pelo Professor Ubiratan e que implicaram a sua escolha pela Matemática e, depois, pela Educação Matemática. Ubiratan iniciou sua trajetória profissional, a qual, segundo ele, caracterizou-se como uma sucessão de privilégios, atuando por vários anos como Professor em Escolas Secundárias. Desde o início, a Educação [já que, na época, ainda não existia a denominação Educação Matemática] se fazia presente em sua vida profissional. Sua primeira atuação no Ensino Superior foi na PUC<sup>2</sup>, Campinas. Foi em 1957 que Ubiratan escreveu seus primeiros trabalhos sobre Educação Matemática e participou do Colóquio Brasileiro de Matemática, ocasião na qual conheceu três professores, italianos, de Matemática, da Escola de Engenharia da USP de São Carlos. Dentre eles, o professor Cecconi, responsável pelo convite que recebeu para dar aulas naquela Universidade. Era 1958, quando, recém-casado, mudou-se para São Carlos e iniciou sua atuação na USP. Foi, segundo Ubiratan, um período maravilhoso, não só pelo convívio pessoal, mas pelo aprendizado. Sua atuação como professor foi influenciada pela experiência que teve quando era Professor Assistente de Cecconi. Nesse período, aprendeu a ser professor, sobretudo ante “*a velha história do mestre que ensina o aprendiz*” (p. 33). Foi durante esse período que Ubiratan diz ter aprendido como se organiza

---

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo.

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica.

uma sala de aula, como se prepara um curso, e mais do que isso, sobre a importância da seriedade docente e do respeito pelos alunos, pois não se pode entrar numa sala sem ter pensado, muito antes, que aqueles que se sentam para ouvir merecem todo respeito. Além disso, nesse período, também cursava doutorado e teve a oportunidade de, pelas mãos de Cecconi, passar pouco mais de um ano na Itália, desenvolvendo atividades no Instituto de Matemática, na Universidade de Gênova. Durante esse período, foi convidado para apresentar seminários nas principais universidades em que tinha gente envolvida com Cálculo de Variações. Em dezembro de 1963, já no Brasil, completou e defendeu a tese. Em janeiro de 1964, atendendo a um convite recebido, ainda antes da defesa de sua tese, Ubiratan viajou com a família para os Estados Unidos com o intuito de aprofundar seus estudos sobre Cálculo de Variações. Entre 31 de março e 1º de abril de 1964, ocorreu, no Brasil, o golpe militar, e diante das incertezas existentes no país, acabou ficando lá por mais tempo do que o planejado inicialmente. Viveu um período marcado pela realização de constantes viagens à África, onde atuava, a convite da Unesco<sup>3</sup>, como professor da pós-graduação em um projeto na República do Mali. Foi por ocasião do retorno de uma dessas viagens que sua esposa, Maria José, lhe mostrou duas cartas recebidas do Brasil e que apresentavam convites para voltar e atuar no país: uma era assinada por Heitor Gurgulino de Souza, reitor da UFSCar<sup>4</sup>, e outra, por Zeferino Vaz, da Unicamp<sup>5</sup>. Ubiratan, então, pediu afastamento nos Estados Unidos, para passar dois anos em Campinas. Em Campinas, presencia, primeiro, a alegria e satisfação dos filhos, e depois, seu próprio entusiasmo ante à possibilidade de aproximar seus estudos da História e realizar o primeiro Seminário de História da Matemática. Foi assim que seu interesse pela História superou o interesse pela Matemática Pura e o aproximou ainda mais da Educação Matemática. Nesse contexto, surge o convite, pela OEA<sup>6</sup>, para organizar um curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática: o primeiro de toda América Latina. Ante questionamentos da Faculdade de Educação da Unicamp, a proposta foi executada em caráter experimental, o que implicou a oferta de apenas quatro turmas, com 32 vagas [oito de Matemática, oito de Física, oito de Química e oito de Biologia], que eram ocupadas por um estudante de cada estado brasileiro e um de cada país da América Latina. Foi no contexto do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática que iniciou as pesquisas para observar o comportamento das crianças quando da utilização de novos materiais. Além disso, a proposta desse mestrado se caracterizava por não ter a oferta de disciplinas e era desenvolvido considerando a premissa de que o que dá a motivação para fazer alguma coisa é a realidade, e a Matemática é a realidade, os problemas vêm da situação real, do que está acontecendo, do que o aluno observa, do que o aluno vê, do que o aluno percebe. Essa experiência anuncia, em contexto brasileiro, o que conhecemos atualmente como *a interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade*. Nesse tempo, Ubiratan era considerado um rebelde, correndo fora da raia. Em 1985 e 1986, passou a ser UM dos 35 membros cientistas do mundo inteiro, do comitê diretor do Pugwash<sup>7</sup>, e enquanto dirigiu esse movimento, seu grupo ganhou, em 1995, o Prêmio Nobel da Paz. Lutava pelo fim das guerras nucleares, mas para além disso, pautava suas atividades nas preocupações que tinha com as questões ambientais que permeiam *a Etnomatemática e a Educação Matemática*. Questões que implicam a construção de um mundo com mais dignidade para as pessoas, com menos gente morrendo de fome e com mais gente preocupada com o

---

<sup>3</sup> Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

<sup>4</sup> Universidade Federal de São Carlos.

<sup>5</sup> Universidade Estadual de Campinas.

<sup>6</sup> Organização dos Estados Americanos.

<sup>7</sup> Conferências Pugwash sobre Ciência e Negócios Mundiais.

futuro. E, assim, para que as novas gerações conheçam as situações que as gerações mais velhas não souberam como resolver, o Professor Ubiratan conduziu seu trabalho até os seus últimos dias;

(b) *A segunda entrevista, “Ubiratan D’Ambrosio: memórias de um Educador Matemático”,* foi escrita por Aparecida Rodrigues Silva Duarte e Rosimeire Aparecida Soares Borges. Ela apresenta *parte da história de vida do educador matemático brasileiro*, e por isso, sua leitura permite reconhecer que os caminhos da pesquisa inovadora, na área da Educação Matemática, foram os trilhados por Ubiratan e que sua força moral emergiu da coragem com a qual enfrentou os desafios que a vida profissional lhe apresentou. A entrevista foi, segundo as autoras, recheada de momentos de emoção, empolgação, alegrias, tristezas, sucessos e incertezas temperados com saudade, sentimento traduzido pela sua voz, a cada assunto tocado, a cada história contada. As memórias que permeiam os relatos se estendem dos tempos do *“Menino Bira”*, aos tempos do *“Professor, Pensador e Pesquisador Ubiratan”*, e nelas figuram marcas de diferentes personagens, personalidades: aos 6 ou 7 anos, tinha o Tio Mário, uma pessoa importante da família, um dos fundadores das revistas *Inteligência e Viver e do Clube do Livro*; no primeiro e segundo anos do ginásial, a Matemática era ministrada pelo professor Antônio Lellis Villas Boas; História, pelo professor Dante do Prado Lacrete; Geografia, Latim e Francês, ou ainda, Desenho Geométrico, uma disciplina da qual gostava muito. Em 1946, após concluir o ginásio, ingressou no Colégio Visconde de Porto Seguro, em que marcaram presença em suas memórias, dentre outros, o professor de Matemática e Física, Abrão Bloch, e o de Filosofia, Lineu de Camargo Schutzer, que inspiraram grande parte de sua atuação profissional. Biologia era ministrada pelo professor Tabor. A disciplina Química, pelo professor Rômulo Ciolla; os professores Leila Cury e Hamílcar Turelli atuavam em Português, e a disciplina História estava sob responsabilidade do professor Manuel Nunes Dias. Nas palavras de Ubiratan, *“nunca mais tive um curso de História, nunca mais tive um curso de Geografia, nunca mais fui olhar num microscópio, mas tudo aquilo marcou a minha vida [...]”* (p. 72). Dos tempos de Faculdade, na USP, surgem as memórias de colegas que se transformaram em amigos e o relato de que *“eu não posso imaginar uma postura de professor que não seja aquela dos meus professores”* (p. 74). Além disso, destaca seu gosto pela leitura e a importância da frequência assídua às bibliotecas e livrarias. Por fim, relembra que, ainda como aluno de Graduação, iniciou sua trajetória profissional como Professor de Matemática no Colégio Visconde de Porto Seguro, onde outrora foi aluno. Lá eram frequentes as reuniões de professores, os simpósios, seminários e minicongressos com participação de especialistas das diferentes áreas que discutiam questões atinentes à Educação, ao Ensino e, especificamente, à Educação Matemática. Relembra também de que foi no quinto ano do Curso de Matemática que frequentou as disciplinas específicas de formação pedagógica, e destaca a importância de Psicologia da Criança e do Adolescente, ministrada pela Professora Noemi Silveira Rudolf, para sua formação. Era nas aulas dessa disciplina que podia olhar para a criança e problematizar questões relacionadas ao processo de aprendizagem. Foi sob essa influência que sua trajetória profissional, no Brasil, na Itália, nos EUA, na África e, novamente, no Brasil, foi sendo delineada de forma que o cenário existente pudesse ser alterado e se levasse em conta que, ao ensinar uma criança, esta vê o fenômeno e os fatos como um todo. As crianças não enxergam as coisas em separado e isso precisa ser considerado pelos professores e, especialmente, pelos professores de Matemática, dizia Ubiratan. Em meados da década de 1970, motivado pelas experiências vividas, Ubiratan cria, no Brasil, o Movimento de Etnomatemática que, segundo ele, não se esgotava no entender o conhecimento [saber e fazer] matemático das culturas periféricas, mas procurava

entender o ciclo da geração, organização intelectual, organização social e difusão desse conhecimento. E foi em 1995 que, como reconhecimento das suas importantes contribuições no campo da Educação Matemática, foi-lhe concedida a maior condecoração mundial na área da Educação Matemática: a Medalha Felix Klein;

(c) *Na terceira e última entrevista*, o próprio Ubiratan D’Ambrosio relata suas memórias a partir da experiência que viveu na África, na década de 1970, quando foi convidado pela Unesco para ser Professor na República do Mali, atuando como responsável pela cátedra de Análise Matemática de um programa inovador, que tinha como objetivo formar professores para o ensino secundário. Foi construída, na ocasião, uma modalidade nova de cooperação internacional composta por professores viajantes, de forma que cada integrante precisava ir quatro vezes por ano à África, passando, em cada visita, duas a três semanas em atividades com os alunos. Entre as visitas, os alunos trabalhavam independentemente e em grupo, organizando-se e coordenando-se de forma autônoma. Ubiratan fez questão de registrar que, a seu ver, “*do ponto de vista pedagógico, essa é a melhor modalidade de educação*” (p. 118). Além disso, indica a riquíssima diversidade encontrada naquele continente, e mais, exalta quão maravilhosa foi essa experiência para a construção de sua visão de mundo, especialmente pelas marcas que ficaram do ponto de vista humano, da compreensão da natureza humana, de respeito e solidariedade para com o próximo e da responsabilidade familiar. Foi na África que acessou um conceito de homem que procura equilibrar e deixar aflorar e conviver, em um mesmo indivíduo, qualidades tão comuns à espécie, tais como doçura e violência, alegria e tristeza, esperança e fatalismo, e mergulhado nesse contexto, surgiram suas primeiras ideias para *uma teoria de conhecimento transdisciplinar e transcultural*.

Na segunda parte, encontramos, primeiramente, um texto proferido na Unicamp e intitulado *Estratocratização da Sociedade: nacionalismo e soberania*. Depois, podemos acessar *Ocidente, Água e Sabedoria: aprendendo a conviver em paz*, publicado em 2006, no livro *A paz no caminho*, organizado por Dulce Magalhães, e por último, *Considerações Filiais: todos os sonhos do mundo*, de autoria dos filhos, Alexandre Silva D’Ambrosio e Beatriz Silva D’Ambrosio, e publicado em 2007, na Revista Brasileira de História da Matemática.

Em *Estratocratização da Sociedade: nacionalismo e soberania*, Ubiratan D’Ambrósio apresenta uma reflexão sobre os diferentes modelos de sociedade experimentados pela humanidade ao longo de sua história e, a partir disso, situa o amplo conceito de democracia e suas possíveis distorções, focando a análise no setor militar. Nesse contexto, D’Ambrosio destaca, de um lado, a ausência de um conflito armado entre Brasil e outros países, e de outro, a pouca experiência das forças armadas brasileiras em ambiente de Guerra, o que as coloca como mecanismo de defesa. Além disso, aborda dois extremos: o da paz possível e o da guerra no seu máximo de violência, e situa, neles, a responsabilidade do Brasil perante o Ocidente. Esclarece ainda o quanto esse estado permanente de prontidão das forças armadas para a defesa está associado à orientação dos valores que sintetizam o pensamento do conceito estratégico nacional, pautado numa América que luta contra a miséria e a fome e no qual a sociedade estratocrática depende basicamente da detenção dos meios de produção material e intelectual e da criação e manutenção de símbolos adequados ao seu posicionamento. Assim, segundo o autor, a estratocratização da sociedade se manifesta igualmente em estados sob governo militar e/ou civil, e parece constituir parte integrante do modelo científico-tecnológico que resulta do racionalismo ocidental, subordinando valores nacionais e soberania a princípios de natureza corporativa.

Em *Ocidente, Água e Sabedoria: aprendendo a conviver em paz*, Ubiratan D'Ambrósio esclarece o que defende como sendo Ocidente, Água e Sabedoria. Depois, tece reflexões sobre como as três noções, em sentido amplo, permitem abordar a temática da Paz e, para além disso, chama a atenção para o fato de que uma reflexão sobre a Paz pressupõe um entendimento teórico acerca de seu significado. Advoga a favor de um conceito pluridimensional de Paz, que objetive o alcance de uma Paz Total, sem a qual o futuro da humanidade estará comprometido. Segue indicando os elementos da Paz Total: a Paz interior, a Paz social, a Paz ambiental e a Paz militar. Na esteira do exposto, esclarece ao leitor que a Paz não pressupõe a inexistência de divergências e conflitos, mas a resolução delas sem o confronto de forças, sem a violência e sem a utilização de recursos que neutralizem o diferente, e traz para o debate elementos que constituem a Condição Humana e o Fenômeno da Vida. Em relação à primeira, afirma que sua visão de homem repousa na análise das seguintes categorias: cosmos; planeta; vida, como a resolução das relações entre cada indivíduo, outro(s) e a natureza; sobrevivência do indivíduo e da espécie; homem, como uma espécie diferenciada; transcendência; intermediações, criadas pelo homem, entre indivíduo, outro(s) e natureza; comunicação; comportamento; conhecimento e consciência e ética. Destaca ainda que a questão central está em entender a relação entre o indivíduo e o seu comportamento, uma vez que, ao tentar entender “quem é”, “o que é” e “como é”, o homem constrói sistemas de explicações que se organizam, como história, religião, ciência e arte. E na explicação do quanto pode, concebe o poder e determina modos de comportamento e de conhecimento. Por isso, segundo o autor, o comportamento e o conhecimento se constroem sobre crenças intelectuais basilares, sendo, por vezes, o fazer associado ao material, ao corpo, ao manual, e o saber ao espiritual, à mente, ao intelectual. Eis que dessa dicotomia surge, na sociedade moderna, na economia e na própria burocracia, a valorização do saber sobre o fazer, e se constrói, a partir dela, todo um processo de exclusão e de hierarquização que resulta em algo que se traduz, mais ou menos assim: quem sabe manda e quem não sabe faz, em sinal de obediência. Em se tratando da segunda, o fenômeno vida, indicado por ele como inconcluso, complexo e em permanente transformação e, por isso, problematiza a discussão valendo-se da tríade: o indivíduo, o outro e a natureza, e vai além ao dizer que a interdependência desses elementos deve servir de fundamento para entender a vida e o comportamento dos seres vivos. Assim, a sobrevivência humana depende da resolução do triângulo da vida, que se dá no presente espacial e temporal em resposta à pulsão de sobrevivência. Dito de outra forma, tem-se que o comportamento humano resulta de duas grandes pulsões: (a) a sobrevivência e (b) a transcendência. É ainda pelo fenômeno da vida que ocorre o encontro com o outro, que também está em busca de sobrevivência e de transcendência, e na qual se desenvolve a comunicação que permite o compartilhamento do conhecimento gerado por cada indivíduo. Além disso, é a percepção dos acertos e equívocos, desse encontro, que caracteriza o que D'Ambrosio chamou de consciência. É, então, a consciência responsável pela integração da pulsão de sobrevivência e de transcendência, bem como pela determinação de acertos e equívocos na produção e utilização das intermediações criadas pelo homem para sua sobrevivência e transcendência. Valores, assim conceituados, relacionam os meios com os fins e constituem uma ética maior, sem a qual a sobrevivência e a qualidade de ser humano são impossíveis. Mas, então, por que a humanidade caminha em direção contrária a essa ética, sem a qual a espécie humana não pode sobreviver? Segundo Ubiratan, porque, por vezes, os sistemas de valores, da mesma maneira que as ciências e as religiões, são vistos, na cultura ocidental, como saberes concluídos, o que se estende ao conhecimento disciplinar e, conseqüentemente, à educação, que também prioriza a defesa desses saberes. O conhecimento disciplinar evoluiu para a multidisciplinaridade, praticada nas

escolas tradicionais, e para a interdisciplinaridade, ainda difícil de ser conseguida, mas o verdadeiro avanço, abrindo novas possibilidades para o conhecimento, é a transdisciplinaridade. A transdisciplinaridade, assumindo a inconclusão do ser humano, rejeita a arrogância do saber concluído e das certezas convencionadas e propõe a humildade da busca permanente. Sendo assim, devemos subordinar o sistema de valores a uma ética maior, uma ética que cruze culturas e que coloque prioridade na sustentação do triângulo da vida. Uma ética da diversidade que esteja pautada no respeito, na solidariedade e na cooperação. Uma ética que conduz à Paz Interior, à Paz Social e à Paz Ambiental, e conseqüentemente, à Paz Militar. Atingir essa “*Paz Total é o objetivo maior da educação*” (p. 150).

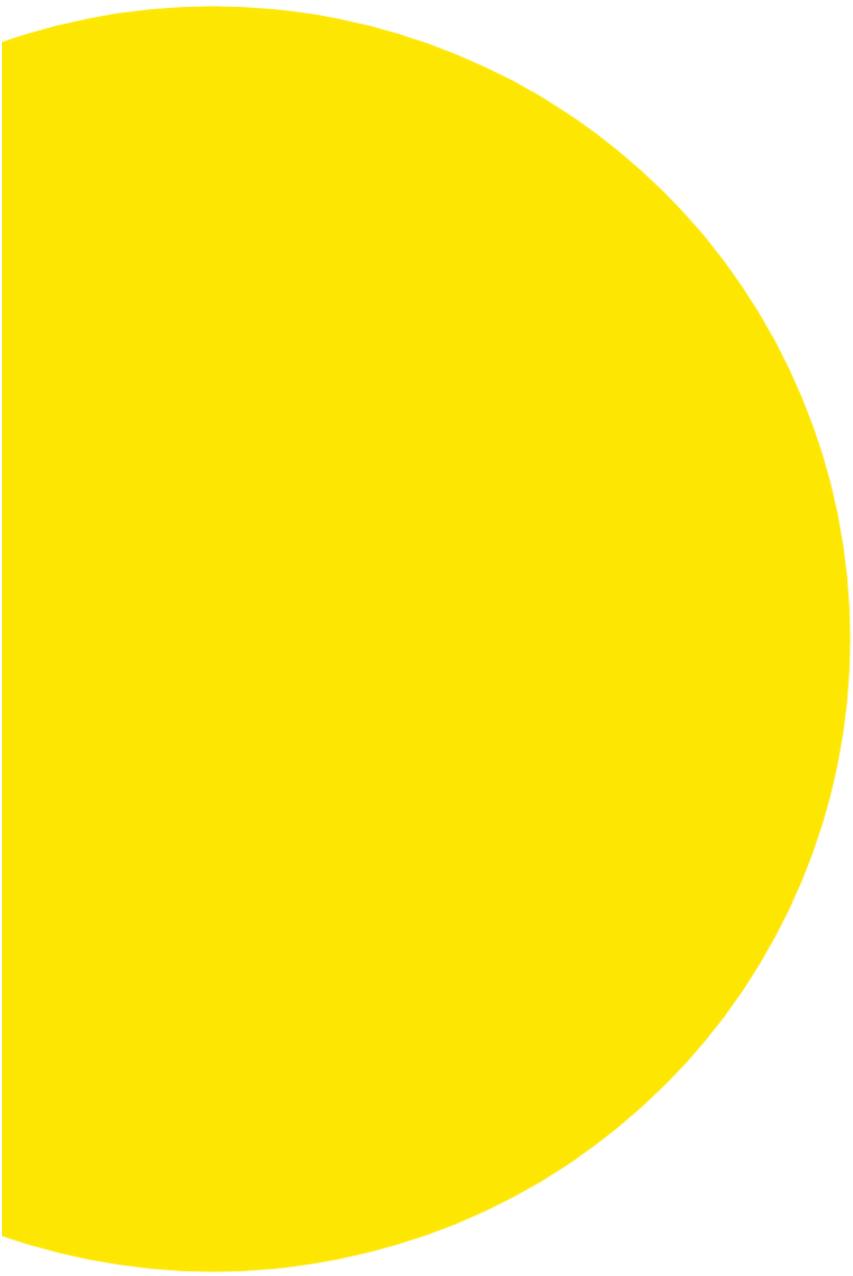
A segunda parte da obra é finalizada com o texto *Considerações Filiais: todos os sonhos do mundo*, de autoria dos filhos, Alexandre Silva D’Ambrosio e Beatriz Silva D’Ambrosio. Nesse espaço, o leitor encontrará uma leitura de Ubiratan D’Ambrosio realizada pelos olhos deles. Para isso, inicialmente, tem-se um destaque a aquilo que, segundo eles, é impossível imaginar: Ubiratan sem a presença marcante da esposa e mãe, Maria José. Depois, ressaltam sua fascinante biblioteca e o quanto esse espaço continha, além de matemática, política, sociologia, direito, filosofia, história, paleontologia, religião, arte, medicina, anatomia, arquitetura, literatura, poesia, linguística, tantos outros saberes. Seguem apresentando o ser humano, o professor, o pensador e o pesquisador e, dessa forma, seus filhos destacam que Ubiratan sempre fez do conhecimento – e da generosidade com quem o partilhava - seu princípio vital e sua mais importante obra. Foi um homem que acreditou em seus alunos, sempre se dispôs a apoiá-los em seus sonhos e ideais. Eles pediam orientação, choravam, queriam desistir, mas sempre, de portas abertas, Ubiratan os recebia em sua biblioteca, os entusiasmava, os incentivava. Para além disso, destacam os preceitos mais importantes de sua filosofia, quais sejam: a humildade perante a diversidade do universo; a consciência de que nossa visão de mundo é apenas uma, dentre inúmeras compreensões possíveis; e a coragem de perseguirmos nossos sonhos. Enfatizam a humildade do saber como tendo sido a base de seus ensinamentos e o alicerce de seu trabalho, e dizem residir nesta humildade a aceitação do outro, as formas alternativas de compreender o mundo, as novas culturas e ideias. Era essa postura que permitia ao educador Ubiratan [e pode permitir a tantos outros educadores] compreender seus alunos, seus sonhos, aspirações e o ambiente. Segundo os filhos, os conceitos de Etnomatemática e Transdisciplinaridade - ao englobar a ideia da diversidade dos ambientes nos quais se desenvolve o conhecimento - são provavelmente as principais referências da obra do pai. Nesses conceitos estão embutidas as propostas de introduzir, na educação, a valorização do indivíduo no contexto de sua própria cultura, buscando recuperar a humanidade e a ética como valores a serem ensinados nas escolas. Essa postura conduz a um modelo de educação voltado para paz, tolerância e, sobretudo, esperança e fé no amor ao próximo. A crença no amor ao próximo – essência do próprio ato de educar — sempre esteve presente em todos os ensinamentos de Ubiratan e foi, sem dúvida, o amor pelo conhecimento o fundamento da carreira do mestre e professor Ubiratan D’Ambrosio e o que lhe permitiu conduzir sua vida e sua carreira esculpindo suas ideias, sua sensibilidade e sua apreciação pela diversidade, fundamento de suas formas de pensar.

Para finalizar, o livro traz o *Posfácio “O que devo a Ubiratan”*, escrito por Marco Lucchesi, que sinaliza seu agrado às memórias híbridas e ao espírito sensível de Ubiratan D’Ambrosio, ao mesmo tempo que enfatiza sobretudo a defesa de novas epistemologias, enucleadas no viés transcultural e no recorte transdisciplinar e, da mesma forma, a Etnomatemática como sendo um divisor de águas no campo dos saberes, que tangencia a hermenêutica e a história da matemática,

rasgando novas fronteiras e evidenciando a existência de apenas um mundo, onde ciências exatas e humanas se entrelaçam, se comunicam e se completam. Culmina elevando o juízo severo de Ubiratan em relação ao Ensino da Matemática segundo um cardápio de sugestões fascinante e afirma que o Ensino da Matemática traduz uma parte do ideal possível de uma Paz perpétua, ou de uma ética em trânsito que sonha com uma parcela razoável, embora luminosa, da Paz. Além disso, Lucchesi indica o leitor como sendo quem terá a deliciosa tarefa de ligar os fios narrativos que cercam a Matemática no Mali e no Brasil.

## **REFERÊNCIAS**

Baptista, Ana Maria Haddad (Org.). *Ubiratan D'Ambrosio: memórias esparsas em movimento*. São Paulo: BT Acadêmica, 2020, 220 pp.



**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.

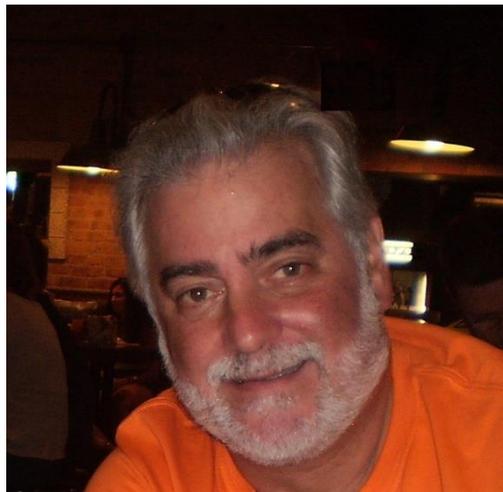
---

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

*GIVING THE FLOOR TO... KOSTAS KAMPOURAKIS IN A TRIBUTE TO NORMAN  
GEORGE LEDERMAN: A PASSIONATE PIONEER*

TEM A PALAVRA... KOSTAS KAMPOURAKIS NUM TRIBUTO A NORMAN GEORGE LEDERMAN: UM  
PIONEIRO APAIXONADO

TIENE LA PALABRA... KOSTAS KAMPOURAKIS EN HOMENAJE A NORMAN GEORGE LEDERMAN:  
UN PIONERO APASIONADO



*Figure 1 Norman Lederman*

## 1. TRIBUTE TEXT

There is a lot one can write about Norm Lederman (Figure 1). Norm's passing was a shock to many people, and he will be missed –by both friends and foes. The reason is that he was a brilliant scholar with a distinctive presence in whatever he did. He can be practically considered a founder for the field we today call Nature of Science, and he is certainly the most highly cited author in this field. I am not very fond of metrics, but the numerous citations to his papers indicate the importance and the influence of his writings. He was also the PhD advisor and mentor of many science educators who are currently doing brilliant work, following his path. In this essay, I would like to honor his memory by highlighting some fascinating aspects of his personality.

Norm and I met for the first time in 2011, during a conference. At that time, I was working as a high school teacher, but I had also established my own research group in my school, conducting research and publishing papers. "Are you a teacher who is doing research?" were his first words to me. When I confirmed, he asked me to pay a visit at the IIT, which I did next year.

Norm was always insisting on the importance of being pragmatic when it comes to science teaching. And in order to be pragmatic, it is very useful to have been a school teacher as he had been in the beginning of his career. So he was thrilled that I was both a teacher and involved in research. Whenever we were chatting with people he did not know in conferences, one of his first questions was “Have you taught in school?”. While I was a visiting scholar at IIT, I was impressed about his affection and care for the teachers attending his courses. He was telling them that they were important, and he was eager to support them in doing their important work. Norm was a Distinguished Professor, a highly-cited author, a super-mentor, and a lot more. But I believe that above all he was a teacher, and he thought of this as his most important duty.

Norm was nice and friendly but not easy-going when it came to science teaching and learning; but he often did this for good reasons. We have spent a lot of time arguing and disagreeing about the nature of science and how to teach it. He would give me a very hard time arguing against what I was suggesting. But very early on I understood why he was doing this. He was not arguing against me; he wanted me to argue against myself in order to think harder about what I was suggesting. And this often worked well. In the end, either I would revise my suggestion, or he would gladly admit that I was right. But both of us would then be more certain than before. Norm took nothing for granted, not even his own views. He would put everything to test, and he was open to criticism. He was teaching about the nature of science, but first and foremost he behaved scientifically himself. This is why he prioritized empirical studies over theoretical ones. He liked theory, but he cared more about practice. “Does it work?” he would ask. And he was always concerned about teachers and students. He would always prefer focusing on anything “... that teachers can teach and students can learn.”

Norm was also extremely generous. Not only to his students and colleagues, but to the community as a whole. He would gladly share ideas and materials, and all of his work, in order to help improve teaching and learning. He set up an international consortium to do research on the nature of scientific inquiry in many countries, without any funding at all: just through friends and people who respected him and his work. He would urge his students to present and publish their work, but above all to do good work. He would urge colleagues to stand up for their views, even when he disagreed. Along with his wife and closest collaborator, Judy, Norm left an indelible mark on science education.

Norm was a passionate pioneer who made significant contributions to teaching and learning about nature of science. He will be dearly missed, but his legacy will be here forever.

Kostas Kampourakis

University of Geneva, Switzerland

## TEM A PALAVRA... JORGE BONITO NUM TRIBUTO A VÍTOR TRINDADE

GIVING THE FLOOR TO... JORGE BONITO IN A TRIBUTE TO VÍTOR TRINDADE

TIENE LA PALABRA... JORGE BONITO EN HOMENAJE A VÍTOR TRINDADE

### 1. BREVE BIOGRAFIA

Vítor Manuel de Sousa Trindade nasce em 21 de dezembro de 1945 na cidade de Évora, Alentejo, Portugal. Filho único, é oriundo de uma modesta família de limitada escolaridade. O seu avô paterno era seguidor dos ideais de José Estêvão, um notável político e orador parlamentar português, figura dominante da oposição de esquerda na Câmara dos Deputados e que participara ativamente na Guerra Civil da Patuleia, integrando o exército rebelde que operava no Alentejo. Talvez por isso, o seu pai, seguindo a tradição familiar, era simpatizante do anarco-sindicalismo e, assumidamente, um esperantista, que vira apreendidos os livros de Esperanto numa “visita” inesperada à sua casa de Alcobaça. Provavelmente por precaução, não inicia o seu filho no Esperanto, mas, destes ideais, nasce-lhe uma “força e vontade de, afinal como todos os pais em qualquer época, deixar ‘ir o rapaz até onde o merecesse e ele o pudesse manter”<sup>1</sup>.

Vítor Trindade inicia-se na vida escolar em 1952, em Évora. Era menino muito irrequieto e curioso. Poucas semanas depois, passou a frequentar o 2º ano, pelas capacidades que já apresentava. Mas no Natal cai-lhe a tristeza: o seu pai não o deixa integrar a Mocidade Portuguesa. Já em adulto referiu o orgulho que sentia pela difícil decisão do pai. Em 1954 encontra-se em Alcobaça, sem brilhantismos assinaláveis, e em 1957 a família estabelece-se na vila do Redondo, frequentando o Colégio João das Regras, em Vila Viçosa. Já no Liceu Nacional de Évora, é seduzido para a Geologia pelo professor Renato Araújo e apaixonou-se por esta ciência.

Decide, por isso, com bolsa da Fundação Calouste Gulbenkian, cursar Ciências Geológicas na Universidade de Coimbra. No último ano do curso, pede transferência para a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, concluindo o curso com a média de 13 valores. Em 1969, Vítor Trindade encontra-se como diretor do Colégio da vila do Redondo. E foi nesta instituição que, com mãos partilhadas de colegas, amigos, alunos e respetivos pais, se desenvolve uma inovadora comunidade educativa, aquilo que, em tempos de ditadura, apenas se conhecia como “utopia pedagógica”. Cumprido o serviço militar obrigatório, Vítor Trindade assume o professorado na Escola Secundária Rainha Santa Isabel, em Estremoz, criando o seu primeiro laboratório de ciências experimentais. Em 1972, por convite, vai trabalhar em sismologia no Serviço Nacional de Meteorologia. No ano seguinte regressa a Estremoz. Faz o Curso de Ciências Pedagógicas e o Estágio Pedagógico, em Évora, com a melhor nota do país: 17 valores.

---

<sup>1</sup> Trindade, M. N. (2009). Quase uma biografia. In J. Bonito (Org.), *Ensino, qualidade e formação de professores* (pp. 19-29). Universidade de Évora.

Em 1978, Vítor Trindade entra como assistente convidado, pela mão do professor Manuel Ferreira Patrício, para a então Divisão de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora. Pouco tempo depois, faz uma pós-graduação de seis meses na Suécia no âmbito da educação de adultos. No regresso, trabalha na criação de cursos de licenciatura em ensino, cujo plano curricular deixa transpirar a sua marca académica e sociopedagógica. Somente depois da criação do atual Departamento de Pedagogia e Educação, por este já ter um docente doutorado, Vítor Trindade inicia os seus estudos para obter o mais alto grau académico, com o professor Albano Estrela. Em 1991, presta provas de doutoramento na Universidade de Évora, com um estudo ímpar sobre a atitude científica dos professores de ciências, e assume a presidência do Departamento de Pedagogia e Educação, tendo diligenciado para a criação de condições favoráveis a que outros docentes pudessem fazer o seu doutoramento. Entretanto, é eleito para vários cargos, entre os quais, Secretário e Vice-Presidente do Conselho Científico da Universidade de Évora e Presidente do Conselho Científico da área Departamental de Ciências Humanas e Sociais da mesma Universidade.

Ocupa o cargo de Vice-Reitor da Universidade de Évora, abandonando o mandato a meio, com amargura e desilusão. No Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas e na Fundação das Universidades Portuguesas desempenhou várias missões. Em 1999 integra, a convite do professor Bártolo Paiva Campos, o Instituto Nacional de Acreditação da Formação de Professores, até à sua extinção em 2002. Aí trabalhou durante dois anos no Perfil Geral de Desempenho Profissional dos Educadores e Professores dos Ensino Básico e Secundário e no projeto para acreditação dos cursos de formação de professores das universidades portuguesas.

Foi o promotor da criação do Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora, sendo o seu primeiro diretor, com a edição da revista *“Educação: Temas e Problemas”*. Criou e coordenou vários cursos de mestrado a nível nacional e internacional.

Em 2002, Vítor Trindade presta provas de agregação na Universidade de Évora, na unidade curricular de Modelos de Formação de Professores, e, três anos mais tarde, ganha o concurso para professor catedrático. Foi orientador científico de duas dezenas de dissertações de mestrado e de meia dezena de teses de doutoramento, participando também em diversos júris destes graus e de agregação. É autor de mais de uma centena de comunicações e publicou cerca de duas dezenas de artigos científicos em revistas com arbitragem. O nome de Vítor Trindade esteve sempre associado à formação de professores / didática das ciências (Geologia). Em 2007, publica na Universidade Aberta a obra *Práticas de Formação – Métodos e Técnicas de Observação, Orientação e Avaliação (em Supervisão)*.

## **2. DOS ENCONTROS**

Conheci o professor Vítor Trindade em 1990, na Universidade de Évora, quando eu era seu aluno da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia. A experiência formativa, que bem recorde e analisei criteriosamente mais tarde, foi preciosíssima e de grande apreço: um professor atualizado nos temas, moderno e intrépido na ação, inovador e humanista. Em novembro de 1993 entrei como docente para o Departamento de Pedagogia e Educação, cujo presidente era o professor Vítor Trindade. Grande parte daquilo que sou profissionalmente devo-o a Vítor Trindade: homem inteligente, com caráter, que nos impelia a pensar e nos aconselhava. Sereno, íntegro, bondoso, leal e exímio profissional.

Foi arguente principal das minhas provas de mestrado em Geociências, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, e das de doutoramento em Ciências da Educação, na Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação na mesma Universidade. Foi, também, vogal das minhas provas de agregação em Ciências da Educação na Universidade de Aveiro. Com ele construí dois projetos de investigação, que vieram a ser aprovados, respetivamente, pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia e pelo Programa Operacional Competitividade e Internacionalização, sobre a temática da qualidade do ensino e o sucesso académico. Com o professor Vítor Trindade partilhei codocência da unidade curricular de Didática da Geologia I e II, um par pedagógico dialógico, que construía significados reflexivos sobre e na ação e que surpreendia, precisamente por isso, os nossos alunos.

O professor Vítor Trindade era um adepto assumido do ensino experimental das ciências. Acompanhava-me, sempre que podia, em trabalhos de laboratório (em eventos científicos e nas aulas) e em atividades de campo (em diversos locais do país).

Após o meu doutoramento, trabalhei com o professor Vítor Trindade cerca de dois anos. A sua aposentação foi precoce e apanhou-me de surpresa. Algumas das responsabilidades que tinha na liderança de projetos de investigação passou-as integralmente para mim, e tamanho desafio impulsionou a minha capacidade para a investigação.

Em 2009 decidi organizar, no seio do Departamento de Pedagogia e Educação, um Colóquio de Homenagem ao Professor Vítor Trindade, com a edição do livro: *“Ensino, Qualidade e Formação de Professores”*. Ficou muito sensibilizado. Vê-lo agradado deu-me satisfação pela merecida homenagem. A esse propósito, declara: *“um grande reconhecimento a quem teve a ideia de a fazer, com o significado que ela tem. Significa, pelo menos, para mim que alguma coisa de mérito fiz nesta casa, e que isso foi reconhecido pelos meus colegas, de um espaço de todas as Universidades Portuguesas que estão aqui, grandes nomes da educação em Portugal (estão aqui ou fizeram-se representar)”*<sup>2</sup>.

Após a sua aposentação, continuei a privar amiúde com o professor Vítor Trindade. Éramos assíduos da casa de um e de outro. Amigo de bons petiscos alentejanos, à volta da mesa conversávamos sobre a vida e a academia. Para esta última tinha um pessimismo latente: augurava difíceis tempos para o Departamento de Pedagogia e Educação, pelo desinteresse da Universidade na educação, onde se perdera o elemento fundamental da formação e a componente humanística.

Num final da manhã de um dia de julho de 2017, a notícia da natureza da doença de Vítor Trindade, transmitida pela sua esposa, deixou-me atónito e triste. Ainda assim, Vítor Trindade fez tudo o que podia para viver e para bem receber. Enfermo, continuou a privar com amigos, em encontros e tarefas que lhe davam prazer. Reencontrámo-nos na sua casa no final de março de 2020. Disse-me que só queria viver mais cinco anos. Em 16 de abril desse ano escreveu-me: *“cada vez mais, sem paciência. Bom dia e boa saúde sem coronavírus. Abraço amigo”*. Veio a óbito em 28 de abril, sem que fosse possível os amigos acompanharem-no nos últimos momentos.

Na dedicatória que Vítor Trindade me endossou, no seu livro *Práticas de Formação – Métodos e Técnicas de Observação, Orientação e Avaliação (em Supervisão)*, escreve: *“Um mestre, só o é, quando o aprendiz o suplantar. Faz-me o favor de me tornares mestre (não precisas ‘matar-me’)! Basta continuares caminhando...). Com amizade do Vítor Trindade. 2007/09/09”*.

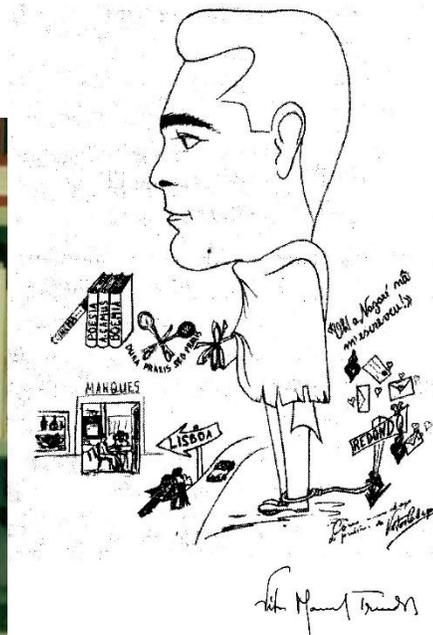
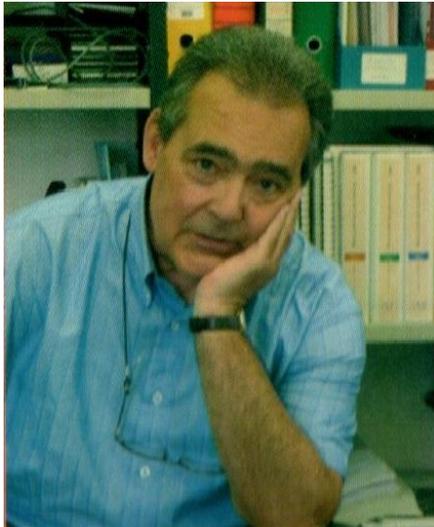
---

<sup>2</sup> Rafael, A. L. (2009, 24 de junho). Homenagem ao professor Vítor Trindade. *Diário do Sul*, p. 9.

Vítor Trindade foi, para mim, um professor, um mestre e um amigo: um homem bom! Paz à sua alma.

Évora, 19 de outubro de 2021

Jorge Bonito



*GIVING THE FLOOR TO... WILFREDO VIDAL ALANGUI IN A TRIBUTE TO UBIRATAN D'AMBROSIO*

TEM A PALAVRA... WILFREDO VIDAL ALANGUI NUM TRIBUTO A UBIRATAN D'AMBROSIO

TIENE LA PALABRA... WILFREDO VIDAL ALANGUI EN HOMENAJE A UBIRATAN D'AMBROSIO

**ETHNOMATHEMATICS, DECOLONIZATION AND INDIGENOUS PEOPLES' EDUCATION:  
D'AMBROSIO'S LASTING LEGACY**

A turning point in the life of the young Ernesto Guevara was his exposure to injustice when he and Alberto Granada set out to experience Latin America in an 8-month-long journey in 1952 aboard a motorcycle. His "face-to-face contact with poverty, exploitation, illness, and suffering" across the continent had much to do, according to the Argentinian historian Carlos Vilas (National Geographic, 2004), with his transformation from Ernesto to the revolutionary Che.

A just and humane society is an aspiration shared by many transformative figures in history. Like Che, Ubiratan D'Ambrosio set out to change the world, whose own pivotal moment in life, from his accounts, came with his exposure to the inequities engendered by mathematics education to the indigenous and minority students in the USA, Africa and Brazil (Alangui, 2010). His subsequent conceptualization of ethnomathematics as a research program in the history and philosophy of mathematics was anchored on a vision of a new planetary order without inequity, arrogance and bigotry (D'Ambrosio, 2006).

D'Ambrosio first used the term ethnomathematics in his opening address to the Fifth International Congress on Mathematics Education in Adelaide, Australia in 1984. Since then, the field of ethnomathematics has become a site of contestation for the transformation of relationships – between knowledge systems and/or across cultural groups. He linked ethnomathematics to the imperative of understanding the human condition based on what he called the triad of individual-other(s)-reality, and the human struggle for survival and transcendence (D'Ambrosio, 2007).

In D'Ambrosio's ethnomathematics, the evolution of ideas and their influence on historical developments, namely, the dominance of the Eurocentric conception of mathematics and its role in shaping human and social behaviour, became a central *problematique*. Barton describes his writing in ethnomathematics as concerned with the way social inequities are "continued by academic hegemony" (Barton, 1996).

Many mathematics educators around the world have come to embrace ethnomathematics as a research program. I personally believe that ethnomathematics has launched a movement akin to a social revolution whose objective is to challenge the academic *status quo* and advocate for structural changes to end the colonizing and homogenizing power of Western mathematics. By interrogating our old assumptions about knowledge and becoming more respectful of other views of the world, societal relations might also evolve for the better. Ethnomathematics offers these possibilities for change. This is its charm. This is, to use Michael Apple's words, what "grabs us" (Apple, 1992).

D'Ambrosio's impact is that he has gathered, under the umbrella of ethnomathematics, passionate mathematics educators inspired to do better as educators and to turn mathematics education into an instrument to change world. Subverting long held notions about mathematics is a project of decolonization. To hold an alternative view of the nature, history and purpose of mathematics is to hold alternative knowledges, which, according to the Maori scholar Linda Tuhiwai Smith, has the pedagogical implication of providing the basis for alternative ways of doing things (Smith, 1999).

Thus, one lasting legacy of ethnomathematics is in the field of Indigenous Peoples' education that advances indigenous ways of thinking, including in 'mathematics.' For historically marginalized groups and peoples, this is a matter of survival and justice. Ethnomathematics asks us to broaden our conceptions and views about different cultural systems, to understand their relationships with one another, to acknowledge their integrity and value, to listen to multiple voices and to recognise the existence of diverse ways of knowing the world.

D'Ambrosio's ethnomathematics is contributing to the indigenous Peoples' movement for self determination and empowerment. It is not that another world is still possible. For Indigenous Peoples, it already exists.

Wilfredo V. Alangui is an indigenous person and a professor of mathematics at the University of the Philippines Baguio with academic training in mathematics and mathematics education from the University of the Philippines and the University of Auckland respectively. His research interests are in the interplay of mathematics/mathematics education and culture, Indigenous Peoples' education and Indigenous Knowledge Systems. He is actively engaged in efforts to promote Indigenous Peoples' education in the Philippines.

## REFERENCES

- Alangui, W. V. (2010). *Stonewalls and Waterfalls: Interrogating Cultural Practice and Mathematics*. The University of Auckland, Auckland.
- Apple, M. (1992). Do the Standards go far enough? Power, policy and practice in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(5), 412-431.
- Barton, W. (1996). *Ethnomathematics. Exploring Cultural Diversity in Mathematics*. The University of Auckland, Auckland.
- D'Ambrosio, U. (2006). The Program Ethnomathematics: A Theoretical Basis of the Dynamics of Intra-Cultural Encounters. *The Journal of Mathematics and Culture*, 1(1)
- D'Ambrosio, U. (2007). Peace, Social Justice and Ethnomathematics. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 1, 25-34.
- Smith, L. T. (1999). *Decolonizing Methodologies: Research and Indigenous Peoples*. London & New York: Zed Books Ltd.
- [https://www.nationalgeographic.com/pages/article/-motorcycle-diaries-shows-che-guevara-at-crossroads;](https://www.nationalgeographic.com/pages/article/-motorcycle-diaries-shows-che-guevara-at-crossroads)  
accessed 28 August 2021

## TEM A PALAVRA... PEDRO PALHARES NUM TRIBUTO A UBIRATAN D'AMBROSIO

GIVING THE FLOOR TO... PEDRO PALHARES IN A TRIBUTE TO UBIRATAN D'AMBROSIO

TIENE LA PALABRA... PEDRO PALHARES EN HOMENAJE A UBIRATAN D'AMBROSIO

### 1. BREVE BIOGRAFIA

Pedro Palhares – Professor Associado com Agregação no Instituto de Educação da Universidade do Minho. Membro efetivo do Centro de Investigação em Estudos da Criança da Universidade do Minho. Os seus interesses de investigação espalham-se pela etnomatemática, jogos matemáticos, formação de professores (e educadores de infância), pensamento algébrico (padrões), resolução de problemas e conexões com outras áreas, em relação aos quais tem publicado em autoria ou coautoria, diversas obras e orientado doutoramentos e mestrados. É atualmente vice-presidente do CIEAEM (Comissão Internacional para o Estudo e Melhoria do Ensino da Matemática).

Pedro Palhares – Associate Professor with Aggregation at the Institute of Education of the University of Minho. Effective member of the Center for Research in Child Studies at the University of Minho. His research interests range from ethnomathematics, mathematical games, teacher training (including kindergarten teachers), algebraic thinking (patterns), problem solving and connections with other areas, in relation to which he has published in authorship or co-authorship, several works and supervised doctoral and master's degrees. He is currently Vice President of CIEAEM (International Commission for the Study and Improvement of Mathematics Teaching).

### 2. BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE UBIRATAN E SUAS IDEIAS

Ubiratan D'Ambrosio foi incontestavelmente o grande promotor da etnomatemática a nível mundial. Desde logo pelo impulso dado com a invenção do nome e sua etimologia, o que ocorreu no final da década de 70, quase a fazer portanto 50 anos. Também foi ele que expressou uma definição do campo de atuação da etnomatemática, que eu próprio, entre muitos outros, continuo a usar. E conceptualizou ideias que continuam hoje a ser fonte de investigação em todo o mundo, algumas com potencial para o serem ainda mais no futuro. Como pequeno exemplo chamo a atenção para aquilo que Ubiratan chamava de mentefactos, que têm a ver com a imaginação criativa como resposta ao abstrato, e que quanto a mim ainda foram pouco explorados a nível internacional. Convém sublinhar em particular a ligação que sempre fez do Programa Etnomatemática com a paz, social, ambiental ou político-militar, como

condição para o bem-estar dos povos e a rejeição de formas extremas de xenofobia ou de intolerância.

### **3. PEQUENO TESTEMUNHO PESSOAL**

Em termos pessoais, foi convidando-o para vir a um Congresso, onde teve também presença o Paulus Gerdes, que primeiro o conheci. Nos contactos foi sempre cordato, apoiando sempre nas questões que lhe ia colocando, indicando nomes, propondo soluções, tornando-se muito facilmente um conselheiro na minha atuação então ainda incipiente de promoção local da Etnomatemática. Veio à conferência, onde facilmente se integrou e proferiu uma muita apreciada conferência inaugural que cativou muitos para a investigação no campo da Etnomatemática.

Algum tempo depois convidei-o para escrever um capítulo num livro que resultava de um projeto que estava a coordenar com o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian. Não só escreveu o capítulo como mais uma vez deu apoio, ofereceu-se para intermediar junto de outros autores e deu conselhos sobre a forma. O livro resultou otimamente, e durante muito tempo serviu de estandarte para os etnomatemáticos em Portugal, sem dúvida ajudado pela participação de tão ilustres investigadores como o Ubiratan e o Paulus.

*TIENE LA PALABRA... MARÍA LUISA OLIVERAS EN HOMENAJE A UBIRATAN  
D'AMBROSIO*

TEM A PALAVRA... MARÍA LUISA OLIVERAS NUM TRIBUTO A UBIRATAN D'AMBROSIO  
GIVING THE FLOOR TO... MARÍA LUISA OLIVERAS IN A TRIBUTE TO UBIRATAN D'AMBROSIO

## 1. BREVE BIOGRAFÍA

*MARÍA LUISA OLIVERAS*, Es: Ex Presidenta del ISGEm (International Study Group on Ethnomathematics). Catedrática Emérita de Didáctica de la Matemática en la Universidad de Granada (España), del Departamento de Didáctica de la Matemática, en la Facultad de Ciencias de la Educación, con 45 años de experiencia en investigación y docencia en formación de profesores. Obtuvo un Premio internacional a su Tesis Doctoral en Etnomatemática. Investiga, desde la perspectiva de la Etnomatemática, en la formación de profesores y agentes educativos involucrados en la enculturación matemática; en el desarrollo del currículo y del aprendizaje no formal que impulsen aprendizajes integrados (STEAM), desde la perspectiva intercultural y en la teorización de elementos de la Etnomatemática. Ha dirigido varios Proyectos de Investigación internacionales y nacionales, 4 tesis doctorales (Figura 1), 12 Tesis de Máster y numerosos Trabajos Fin de Grado, en la línea de Etnomatemáticas, en la UGR. Ha impartido cursos de Investigación en Posgrados, desarrollado Cursos y Talleres de Formación de Profesores en activo e impartido Conferencias por invitación, en varias universidades de diversos países (Argentina, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, Uruguay, Italia, Portugal, Suiza, Venezuela) y en numerosos Congresos Internacionales. Formó parte de los Comités de Organización y edición de actas de los Congresos Internacionales ICME-9 (2000), ICME-10 (2004), ICME-11 (2008) y en los seis ICEm celebrados hasta 2018. Es autora de más de una centena de publicaciones (artículos, libros, capítulos, proyectos, ponencias y posters) en temas de Etnomatemáticas, formación de profesores e innovación curricular. En la actualidad dirige una tesis doctoral sobre juegos y desarrollo de contenidos STEAM desde la perspectiva intercultural y Etnomatemática.

## 2. ÚLTIMA CONVERSACIÓN INCONCLUSA

Querido Ubi,

Nos ha tocado vivir en un mundo complejo, global y deshumanizado, en el cual las escalas de valores morales han quedado desarmadas y reorganizadas en torno al dinero, la comunicación visual y la influencia en las redes sociales. Hasta los niños han cambiado y si les preguntas que quieren ser de mayor ya no te contestan: médico, bombero o futbolista, lo

comprobé con mi nieto de 9 años y me contestó: “quiero ser influencer, grabar videos y que los vean miles de personas y les gusten”. Eso es importante para el niño, que lo vean y lo voten como bueno. El aprecio y la reafirmación del yo, a través de una red sin límites de contactos sociales digitalizados, pero que adolece del conocimiento personal, del calor humano del abrazo o el apretón de manos, que desgraciadamente en estos días de Pandemia-Covid están prohibidos. En este mundo, la educación por enculturación está funcionando, pero ya la macrocultura global es la cibernética, relativa a la realidad virtual, dominada por las analogías entre los sistemas de control y comunicación de la humanidad y los de las máquinas, pero no conectándolas a las de los otros seres vivos de la madre naturaleza, a la que estamos destrozando, amenazando con su destrucción.

En este contexto, el microgrupo geográfico local ha perdido su valía, en parte, sobre todo allí donde llega la red de redes. Sin embargo están proliferando, como reacción, los movimientos políticos y sociales localistas, que no aceptan las diferencias y excluyen al otro, solo quieren ver lo que ellos valoran. Influidos profundamente por ciertos grupos o medios de comunicación sensacionalistas, que han usurpado el poder con la *posverdad*, o con mentiras en las informaciones y en la política. Este tipo de comunicación maneja la distorsión de una determinada realidad apelando a las emociones y a los hechos alternativos, en detrimento de los valores éticos aceptados universalmente: el valor de la vida, humana y del medioambiente y de la paz. Estos fenómenos están conduciendo a desacuerdos, conflictos o guerras. En este panorama es necesario reforzar la aceptación de todas las diferencias humanas, la conciliación de todos los intereses y la concordia entre todos los grupos sociales, mensaje que tú nos has transmitido en tus escritos y con tu vida.

Hoy más que nunca te necesitamos, para poner en valor las diferencias y todos los modos de pensar, y de producir matemáticas. Para aceptar que la “matemática formal o formalizada” es solo una de las producidas, difundida por ser elaborada históricamente en un ámbito social académico, compartido por las culturas dominantes a nivel mundial. Matemática que ha proporcionado muchos beneficios a la humanidad, ya que ha apoyado a todas las demás ciencias y tecnologías existentes, desarrollándolas. Pero ha empoderado a aquellos grupos que las dominan y desarrollan y ha ocultado u oprimido a otros, aquellos que no las manejan o producen, por producir otras, elaboradas desde otras lógicas y visiones diferentes del cosmos y del rol del ser humano en éste. Estas son igualmente válidas epistémicamente y han permitido a los grupos que las producen su subsistencia y desarrollo a lo largo del tiempo, pero han sido silenciadas por la historia de las matemáticas, y aún hoy no son aceptadas por ciertos grupos académicos que pretenden dominar el conocimiento. Hoy, con una pandemia mundial azotando de forma cruenta a la humanidad, de nuevo vemos las dominaciones económicas y las desigualdades en el combate contra la enfermedad. Hoy te necesitamos más que nunca, como ideólogo y como persona, como líder de la lucha por la equidad social, la concordia científica, la solidaridad como valor máximo y la paz en todos los ámbitos de la humanidad. Tú has dado toda tu vida para descubrir, visibilizar y extender la igualdad de validez de todas las etnomatemáticas, esa variedad de matemáticas, inherentes a la variedad de culturas y grupos humanos. Esas que yo llamo *multimatemáticas vivas*, diversas y equivalentes formas de pensar y producir matemáticamente, que viven en cada sujeto y grupo social. Tú sigues, hoy más que nunca, liderando el grupo “Etnomatemática” que denomino “Programa de Investigación en el Pensamiento Matemático y Movimiento de Acción Social”. Porque tú, queridísimo UBI, eres

nuestro gran *Influencer*, en el mejor sentido del término actual: *el que ejerce influencia por su fuerza moral*, el Influencer al que queremos seguir siempre.

Esperaba la respuesta de Ubi, a estas reflexiones que le envié antes del 12 de mayo de 2021, pero la nube del tiempo se interpuso, paró su reloj y eclipsó el diálogo, dejándome desolada.

### **3. BREVE DESCRIPCIÓN DE MI CONEXIÓN CON UBIRATAN**

Conocí las obras de Ubiratan D'Ambrosio en 1988 estando en la Universidad de París VII realizando una estancia de investigación financiada por la Unión Europea. Yo trabajaba en mi tesis doctoral, enfocada en la formación de profesores de matemáticas y la reconduje desde los planteamientos de la Etnomatemática, porque las ideas de Ubiratan respondían a mi conflicto epistemológico acerca de las matemáticas infantiles, que no cumplen los requisitos de la matemática formal, en la cual me había licenciado y hecho un máster. En 1995 defendí mi Tesis Doctoral en Matemáticas, en la Universidad de Granada (1), ante un tribunal presidido por Ubiratan. En este encuentro dialogamos por primera vez sobre la gran pregunta que nos acuciaba a ambos: ¿Qué es la Matemática? Su presencia fue un premio que compensó con creces el esfuerzo por fundamentar con investigación la aceptación de la Etnomatemática en la academia española, que entonces la rechazaba. Después, para festejar con él sus 60 años, nos encontramos en Estados Unidos y me confió su sueño de tener un Congreso Mundial propio del grupo. Contagiada de su ilusión y su energía le propuse organizar yo el primero en Granada y en 1998 lo celebramos. Contó con la aprobación y asistencia de las máximas autoridades en investigación y educación de Andalucía, de figuras relevantes de la etnomatemática y de una centena de participantes procedentes de 20 países. Tuvo amplia difusión mediática (Radio y TV) y científica mediante actas que los propios asistentes recibieron en CD-rom y difundieron (2) (Figura 2). Mantuvimos fructíferos encuentros científicos posteriores. La línea de investigación que él creó (3), cambió el rumbo de mi vida científica. Me impulsó a hacer cosas valiosas en mi vida profesional (4), cómo la traducción al español y publicación de algunas de sus obras (5), que facilitaron la investigación en Etnomatemáticas de hispanohablantes. Dirigí tesis Doctorales y de Máster, en esta línea, que la han reforzado como un Programa de Investigación. En el plano teórico he logrado mi propia conceptualización de las matemáticas, ya siempre en plural, las etnomatemáticas y su relación (6), tratando con ello de impulsar la aceptación de las etnomatemáticas por la academia y por los profesores o educadores. En la faceta educativa de la Etnomatemática elaboré un modelo (7) de aplicación a los aprendizajes tanto formales como no formales, que ya ha sido aplicado en numerosas investigaciones. He impartido conferencias, cursos de posgrados y de formación docente, en numerosos países, presidí el Comité Editorial de la *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, con todo lo cual difundí internacionalmente las Etnomatemáticas, mediante ideas de Ubiratan, de otros colegas y las mías propias. Mi esfuerzo en esta línea fue reconocido por Ubiratan y el grupo, con el nombramiento como Presidenta del ISGEm en 2014, honor que le agradezco. En Etnomatemáticas él prendió la llama y la antorcha ya no deja de arder, los congresos han continuado (Figura 3), el último fue el 6º en 2018, celebrado en Colombia. Ubiratan ha sido y será por siempre, la luz en la noche del saber, la calma en la tempestad de las dominaciones, el gozo entre las espinas de la lucha por la equidad, la fortaleza en la defensa de la paz. El estará por siempre en el universo de los héroes sociales, de los mitos científicos personalizados, de los entrañables hombres buenos.

#### 4. PARA SABER MÁS...

- (1): Oliveras, M.L., (1995). *Etnomatemáticas, formación de profesores e innovación curricular*. Comarex. Granada.
- (2): Actas en CD-ROM del I-ICEM: Oliveras, M. L. (Editora) (1998). *Etnomatemáticas y Educación Matemática, construyendo un Futuro Equitativo*. ISBN: 84.605.7866.6; D. L.967/98. Granada. España.
- (3): Algunas publicaciones de Ubiratan D´Ambrosio:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=60876>
- (4): Algunas publicaciones de María Luisa Oliveras:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=162136> ; <http://www.ugr.es/~oliveras/>
- (5): D´Ambrosio, U. y Oliveras, M.L. (2003). *Lecturas de Etnomatemáticas I*. Universidad de Granada. CD-ROM. ISBN: 84-607-5261-5. Granada.
- Oliveras, M.L. y otros. (2010). *Lecturas de Etnomatemáticas II*. Universidad de Granada. CD-ROM. ISBN-13: 978-84-933517-9-3. Granada.
- (6): Citas versionadas (no literales) de mis ideas, expuestas en las publicaciones que se indican y en otras:
- ✓ *La Etnomatemática es un Programa de investigación científica y un Movimiento de acción social*, (Oliveras, M.L. (2015). El pensamiento creativo, la crítica y la comunicación en el ICEm5, Editorial, *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8, 2, pp.4-10).
  - ✓ *Las etnomatemáticas son un conjunto cociente obtenido con las clases de equivalencia asociadas a las relaciones entre las prácticas matemáticas idiosincrásicas de cada grupo cultural. Las matemáticas académicas son solo una de las clases de equivalencia, uno de los elementos de las etnomatemáticas, pero no el único*, (Oliveras, M.L., (1995). *Etnomatemáticas, formación de profesores e innovación curricular*. Comarex. Granada).
  - ✓ Utilizo Etnomatemáticas, con mayúscula, para el Movimiento y Programa científico y con minúscula para las diversas clases de matemáticas de grupos reconocidos y su reunión.
  - ✓ *Las matemáticas-etnomatemáticas son como un trébol (o un triángulo), tienen tres componentes indisociables: La matemática académica como ciencia formal, la forma de pensar matemáticamente de cada individuo humano y el producto cultural constituido por las prácticas matemáticas de cada grupo social*, (Oliveras, M.L. (2006). *Etnomatemáticas. De la multiculturalidad al mestizaje*. En J. Goñi [coord.], *Matemáticas e interculturalidad*. (pp. 117-149). Biblioteca de UNO. Número 232, Graó. Barcelona; Oliveras, M. L. (2000). *Matemáticas en la Sociedad*. En: Fuentes Ramírez y Oliveras Contreras (Editores). ISBN: 84-6070657-5. Repro Digital. Granada).
- (7): Microproyectos etnomatemáticos integrados e interculturales. (Fernández Oliveras, A. y Oliveras, M.L. (2015). Formación de maestros y Microproyectos curriculares. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8, 2. 472-495.



**Figura 1** Tesis Doctoral de Hilbert Blanco, 2017. Acto de lectura de la Tesis, Hilbert con el Tribunal evaluador y las directoras de tesis M.L. Oliveras (2ª izquierda) y A. Fernández (7ª)



**Figura 2** Asistentes al ICEm 1, Claudia Zaslavsky, Ubiratan D'Ambrosio, Gloria Gilmer, Patrick Scott, María Luisa Oliveras, Gelsa Knijnik, Lawrence Shirley, Arthur Powel, entre otros, (Septiembre 1998, Universidad de Granada, Andalucía, España)



**Figura 3** Bill Barton (primero izquierda), Daniel Orey (Centro detrás), Ubiratan D'Ambrosio (derecha), M. Luisa Oliveras (segunda izquierda), Oswaldo Martínez (centro) y M. Elena Gavarrete (segunda derecha), en el ICEm 4, (Julio de 2010, Towson University, Maryland U.E)

## *GIVING THE FLOOR TO... TOD SHOCKEY IN A TRIBUTE TO UBIRATAN D'AMBROSIO*

*TEM A PALAVRA... TOD SHOCKEY NUM TRIBUTO A UBIRATAN D'AMBROSIO*

*TIENE LA PALABRA... TOD SHOCKEY EN HOMENAJE A UBIRATAN D'AMBROSIO*

### **1. BRIEF BIOGRAPHY**

I have worked in higher education for over twenty years as a mathematics educator. For the past 15 years I have served as an editor for the Journal of Mathematics and Culture.

### **2. BRIEF DESCRIPTION OF THE MEETING**

It is an odd emotion writing this reflection on the very personal role that Professor D'Ambrosio played through his kind mentoring in my development as an academic. While certainly an aspiration to be as well engaged in scholarship across a plethora of disciplines as was Dr. D'Ambrosio, his message was clear: there is much to be learned.

In his seminal paper of 1985, he included "codes and jargons" in his definition of ethnomathematics, and this has stood out as a critical element in my development of an understanding of any groups' ethnomathematics. In early work the codes and jargons of thoracic cardiovascular surgeons proved a great challenge that, once understood, revealed an unknown world.

In his 1998 monograph, "Ethnomathematics: The Art of Explaining and Knowing", the importance of understanding that "every culture has its ways of doing mathematics (of "mathematizing")" (p. 8) has stood as a constant reminder of the attention needed as an academic conducting ethnomathematics work.

Considering codes and jargons alongside the concept of mathematizing, the concepts of etic and emic (Pike, 1967) have played a pivotal role in my attempts to avoid putting colonizing lens on work from groups of which I hold non membership. A reminder of a colonizing view of mathematics was appropriately captured by D'Ambrosio (1998):

What we call mathematics is a very distinct cultural form that has as its origins a way of dealing with quantities, measurements, shapes, and operations. Its characteristics come from a way of thinking, reasoning, and from a logic that is situated in a system of thought that we identify as western thought. Naturally, culturally different groups have different ways to proceed in their logical schema. (p. 8)

Putting arrogance aside and embracing that other “logical schema” exist, has hopefully informed my work to be respectful. As a teachers’ educator, a clear message from Ubi stands out. With respect to mathematizing, he reminds us “that there is no way to ignore this and not respect these particularities when the child enters school. In that moment, the entire past of the child should be respected” (p. 8).

The outcome of this respect is dignifying her culture, supporting her confidence, “a respect that extends to her family” (p. 8). Of course, the highlighted references were purposeful. When the community of ethnomathematics embraces respect, many find themselves considering pedagogical implications. With respect to pedagogy, Ubi put forth a pedagogy of love that I will continue to embrace through my career.

### **3. TO KNOW MORE...**

D'Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics--An International Journal of Mathematics Education*, 5(1), 44-48.

D'Ambrosio, U. (1998). *Ethnomathematics: The art of technique of explaining & knowing* (P. B. Scott, Ed. & Trans.). International Study Group on Ethnomathematics.

Pike, K. L. (1967). *Language in Relation to a Unified Theory of the Structure of Human Behavior*. The Hague, Paris: Mouton.

VOLUME 2 | NÚMERO 2

NOVEMBRO 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

